Das

Buch der Fortschritte

auf dem gesammten Gebiete

der Landwirthschaft

während der letzten 10 Jahre.

In Verbindung mit mehreren anderen Männern vom Fach

bearbeitet und herausgegeben

von

Dr. E. Segnitz.

Erste Lieferung.

Berlin, 1852.

Verlag von Wiegandt und Grieben.

Druck von J. F. Starcke in Berlin.

Preis 10 Sgr.

Der Prospectus von diesem Werke befindet sich auf der letzten Seite des Umschlages.

Einleitung.

Wenn die bedeutende Ausdehnung, welche die landwirthschaftliche Literatur in neuerer Zeit gewonnen hat, gewiß als ein erfreuliches Zeichen betrachtet werden muß, insofern sich darin der wachsende Eifer unter den ausübenden Landwirthen, auf der Bahn des Fortschrittes rüstig fortzuschreiten, so wie auch von vielen andern Seiten her eine rege Theilnahme an der Entwickelung unseres national-ökonomisch so wichtigen Gewerbes kundgiebt, so hört man doch auch nicht selten die Klage, daß gerade dieser Literaturzweig unter vieler Spreu so wenig Weizenkörner enthalte. Der Praktiker — sagt man — auch wenn er von dem besten Willen beseelt ist, Verbesserungen einzuführen, hat nicht die Zeit, um sich durch das ihm über den Kopf wachsende Material hindurchzuarbeiten und denjenigen Standpunkt zu gewinnen, welcher ihm die nöthige Uebersicht gewährt. Er ist genöthigt, unter dem ihm Gebotenen Einzelnes auf gut Glück herauszugreifen; es kann nicht fehlen, daß er sich dabei mitunter zu Mißgriffen verleiten läßt, und unwillig über den erlittenen Verlust geht er dann in das Lager Derjenigen über, welche von allen Neuerungen nichts wissen wollen. So kommt es, daß auch das wirklich Gute trotz der Schnelligkeit, mit welcher es sich durch alle landwirthschaftlichen Zeitschriften, aber freilich in Gesellschaft manches unnützen Ballastes verbreitet, in der Praxis

nur sehr langsam Eingang findet. An diesen Klagen ist etwas Wahres, das läßt sich nicht leugnen; die Untersuchung ihres Grundes wird uns zugleich die Mittel zur Beseitigung des Uebels an die Hand geben.

Schon Thaer sah sich bei einer genaueren Bekanntschaft mit der deutschen Literatur über Landwirthschaft veranlaßt, sein erstes ziemlich hartes Urtheil über dieselbe wesentlich zu mildern; noch mehr Veranlassung würde er gegenwärtig dazu finden; namentlich ist die von ihm noch sehr vermißte Klasse von Schriftstellern, welche das erforderliche Maaß von theoretischen und praktischen Kenntnissen mit Urtheilskraft verbinden, seitdem bei weitem zahlreicher geworden; freilich haben sich gleichzeitig die Anforderungen besonders an naturwissenschaftliche Vorkenntnisse beträchtlich gesteigert. Daneben ist diejenige Klasse, welche ohne allen innern Beruf lediglich um Geld zu verdienen schreibt und keinen Kunstgriff verschmäht, um die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen und ihre Waare an den Mann zu bringen, auch gegenwärtig nicht ohne Vertreter. Es ist offenbar Sache einer verständigen, mit Ernst und strenger Unparteilichkeit zu übenden Kritik, vor dergleichen Aftererzeugnissen zu warnen und das wirklich Gute, welches bei der Menge der jährlich zu Tage geförderten Produkte von so verschiedenem Werth leicht übersehen wird, zu gebührender Anerkennung zu bringen. Viele zu diesem Amte vorzugsweise geeignete Männer scheinen in der That eine allzugroße Scheu vor möglichen Conflicten zu hegen; es wäre zu wünschen, daß sie diese Scheu überwänden, denn die Kritik darf nicht zu einem Monopol Einzelner werden, wenn sie ihren Zweck erfüllen soll. Ein dankbares Geschäft ist sie freilich nicht; der Umstand aber, daß noch kürzlich mehre Zeitschriften, welche

bisher einen sehr ehrenvollen Platz in der landwirthschaftlichen Literatur eingenommen haben, aus Mangel an Theilnahme eingegangen sind, beweist wohl unzweideutig, wie für das größere Publikum ein Führer bei der Wahl seiner Lektüre immer noch Bedürfniß ist. Ich bin übrigens der Ansicht, daß die Anzahl der Kräfte, welche im Stande wären, brauchbares Material für den Ausbau der Landwirthschaftslehre zu liefern, bei weitem größer ist, als es auf den ersten Anblick scheint. Leider begehen dieselben so häufige Mißgriffe in dem, was sie uns bieten. Der ausübende Landwirth, welcher die Gelegenheit hat, praktische Erfahrungen zu sammeln, sollte sich mehr darauf beschränken diese mitzutheilen und so gemeinnützig zu machen, nicht aber durch Aufstellung neuer Theorieen und Systeme glänzen wollen. Die Landwirthschaftslehre wird mit Recht eine Erfahrungswissenschaft genannt; Erfahrungen sind hier von überwiegendem Werthe, aber freilich nur dann, wenn sie auf genauen Ermittelungen von Maaß und Gewicht, nicht auf unsicheren Schätzungen beruhen; wer sich auf diese Weise seinen Fachgenossen nützlich machen will, darf die damit verbundene Mühwaltung nicht scheuen; er muß die erforderlichen Wägungen, Messungen, Aufzeichnungen u. s. w. selbst ausführen oder doch in Person leiten, nicht aber Leuten überlassen, deren Bildungstufe oder Alter nicht erwarten läßt, daß sie die Wichtigkeit der Sache einsehen; er ist endlich verpflichtet, die Resultate seiner Beobachtungen gewissenhaft und unter Angabe aller mitwirkenden Nebenumstände mitzutheilen. Um wirkliche Versuche mit Erfolg anstellen zu können, wird so Manches erfordert, dessen Vereinigung keineswegs allgemein vorausgesetzt werden kann, weshalb ich auf dieses wirksame Mittel zur Erweiterung unserer Kenntnisse in der Landwirth-

1 *

schaft, so wie in allen Erfahrungswissenschaften, hier noch nicht weiter eingehen will. — Die Zweige des menschlichen Wissens ferner, welche der Landwirthschaftslehre als Hilfswissenschaften dienen können, sind so zahlreiche, daß sich selbst der rationelle Landwirth in der Regel begnügen muß, sich die Elemente derselben anzueignen; ein tieferes Eindringen kann nur von denjenigen Männern erwartet werden, welche es zur Aufgabe ihres Lebens gemacht haben, eine einzelne solche Wissenschaft nicht nur nach ihrem gegenwärtigen Umfange durch und durch kennen zu lernen, sondern wo möglich auch durch neue Entdeckungen zu bereichern. Diese Fachgelehrten können dem ausübenden Landwirth sehr erhebliche Dienste leisten und dadurch mittelbar zur Hebung des allgemeinen Wohlstandes sehr viel beitragen, wenn sie sich bemühen, den Faden, welcher die sich scheinbar widersprechenden Beobachtungen der Praktiker verbindet, mit der Leuchte der Wissenschaft aufzufinden. Die Erklärung der den Landwirth vorzugsweise interessirenden Naturerscheinungen ist das allein geeignete Mittelglied, durch welches der Naturforscher auf das Räderwerk der praktischen Landwirthschaft einwirken kann; dagegen verursacht er meist nur nachtheilige Störungen, wenn er sich unmittelbare Eingriffe in dieses Räderwerk erlaubt, wenn er selbst mit praktischen Vorschlägen für den ausübenden Landwirth hervortreten will. Von einem einmüthigen Zusammenwirken des Landwirthes und der Gelehrten in den entsprechenden Fächern ist gewiß noch sehr viel für unsere Zwecke zu erwarten, aber nur dann, wenn jeder Einzelne den ihm einmal angewiesenen Standpunkt nicht verläßt, sondern im Gegentheil denselben zu einer möglich schärfsten Beobachtung des ins Auge gefaßten Gegenstandes benutzt, und dabei stets eingedenk bleibt, daß ihm sein Stand-

punkt immer nur eine einseitige Ansicht gewährt, welche einer Ergänzung von anderer Seite her bedarf. Namentlich in Deutschland ist ein solches Zusammenwirken leider noch eine große Seltenheit; Theorie und Praxis, sowie deren Vertreter stehen sich hier viel schroffer gegenüber, als z. B. in England. Man ist in einem großen Irrthum befangen, wenn man glaubt, es spreche sich der anerkannt praktische Sinn des Engländers überhaupt und des englischen Landwirthes insbesondere etwa darin aus, daß er die ihm von der Wissenschaft angebotene Hilfe von der Hand weise, oder daß dort nur solche Vorschläge auftauchen, welche sich in der Folge als praktische bewähren; charakteristisch aber ist, daß er nicht das Papier für den geeigneten Kampfplatz hält, auf welchem schwebende Streitfragen ausgefochten werden können, sondern weder Kosten noch Mühe scheut, sie auf dem Wege der Erfahrung durch Versuche und Beobachtungen zur Erledigung zu bringen. Letztere werden rasch in Angriff genommen, und das Erprobte geht dann nicht nur in die Lehrbücher der Landwirthschaft, sondern auch in die Praxis über, während wir unsern unfruchtbaren Federkrieg immer noch fortsetzen. Mehre deutsche Gelehrte ferner, welche von dem löblichen Streben beseelt waren, ihre Wissenschaft für das wirkliche Leben nutzbar zu machen, haben offenbar der guten Sache, dem Ansehn der Wissenschaft bei dem Praktiker sehr dadurch geschadet, daß sie gegenseitig mit so geringer Achtung von ihren Leistungen sprachen. Der von ihnen angestimmte Ton verdient in der That eine ernste Rüge. Wir bemerken in den Schriften dieser sonst reichbegabten Männer mit Bedauern ein unglückseliges Haschen nach Aufsehen erregenden Behauptungen und vermissen dagegen jene wohlthuende Ruhe, welche das Bewußtsein, die Wissenschaft nach Kräften ge-

fördert zu haben, dem redlichen Forscher gewährt. Der Praktiker wird fortwährend an die Wissenschaft verwiesen; wenn er nun, da ihm der Eintritt in das Heiligthum selbst versagt ist, sich bei ihren Priestern Rath holen will, gerathen diese in den heftigsten Zank, indem jeder von ihnen behauptet, er allein habe die wahren Aussprüche der Wissenschaft vernommen. Was bleibt dem Landmann dann übrig, als kopfschüttelnd nach Hause zu gehen und seinen Acker nach der Väter Weise zu bestellen?

Der landwirthschaftlichen Tagesliteratur kann kein Vorwurf daraus gemacht werden, wenn sie das Neue sobald als möglich, also noch ungeprüft zur Kenntniß ihrer Leser bringt; es liegt das nothwendig in ihrer Aufgabe. Die damit verbundenen Nachtheile zeigen sich auch in andern Fächern, wenn schon im minderen Grade, weil die Zweckmäßigkeit neuer Vorschläge gerade bei der Landwirthschaft am schwierigsten im Voraus zu beurtheilen ist. Das Bedürfniß einer Sichtung des auf diese Weise zu Tage geförderten Materials hat in den verschiedensten Zweigen des Wissens und der gewerblichen Thätigkeit die Entstehung von Jahresberichten veranlaßt, welche im Allgemeinen gewiß als ein sehr verdienstliches, und gut durchgeführt, auch als ein überaus nützliches Unternehmen zu bezeichnen sind; wenigstens in Bezug auf unser Fach aber erreichen sie ihren Zweck um deßwillen nicht vollständig, weil hier der Zeitraum eines Jahres offenbar zu kurz ist, um die Erfahrung über den Werth oder Unwerth neuer Vorschläge entscheiden zu lassen; in den meisten Fällen ist eine längere Reihe von Jahren hierzu erforderlich. Mancher ist vielleicht geneigt, jene Sichtung der Zeit allein zu überlassen. Das wirklich Brauchbare, könnte man sagen, wird allmälig und von den anhängenden Schlacken gereinigt schon

von selbst in die Lehrbücher der Landwirthschaft übergehen; aus diesen kann es dann der Praktiker schöpfen, ohne seine Zeit mit dem Lesen der bis dahin geführten Debatten zu vergeuden. Dies ist jedoch jedenfalls ein sehr langsamer Weg zur Verbreitung nützlicher Neuerungen; es würde darüber häufig gerade diejenige Periode ungenützt verstreichen, in welcher die Einführung einer solchen Neuerung dem Landwirth den größten Gewinn verspricht; eben so würde die ganze bürgerliche Gesellschaft auf die für sie daraus entspringenden Vortheile länger als nöthig warten müssen. Selbst die Gefahr, daß sehr beachtenswerthe Vorschläge gänzlich in Vergessenheit gerathen, wird auf diese Weise nicht vollständig beseitigt. Dem älteren Landwirth ist nicht zuzumuthen, daß er jedes neuerscheinende Lehrbuch über sein Fach durchstudirt, indem ein solches Lehrbuch der Natur der Sache nach zum bei weitem größten Theile mit Dingen angefüllt sein muß, die ihm längst bekannt sind. Auf der anderen Seite stellen wir an ein Lehrbuch die Anforderung einer soviel wie möglich gleichmäßigen Bearbeitung der einzelnen Gegenstände; dadurch wird der Verfasser behindert, neue Verfahrungsweisen mit derjenigen Ausführlichkeit zu besprechen, welche für die praktische Einführung nothwendig erscheint, wenn wir den hierzu geneigten Landwirthen die Nothwendigkeit ersparen wollen, auf ihre alten Tage noch einmal Lehrgeld zu zahlen.

Aus dem Obigen geht das Bedürfniß eines weiteren Mittelgliedes zwischen den landwirthschaftlichen Zeitschriften und Lehrbüchern deutlich hervor, indem ein Jahrbuch, auch wenn es in dem oben angedeuteten Sinne abgefaßt ist, die vorhandene Lücke noch nicht auszufüllen vermag. Das fehlende Mittelglied besteht meiner Ansicht nach in einem Bericht, welcher die neuesten wichtigeren Erfah-

rungen, die wirklichen Fortschritte auf dem Gebiete der Landwirthschaft in übersichtlicher Weise aber doch mit allen für die Praxis nothwendigen Einzelnheiten zur Kenntniß des ausübenden Landwirths bringt, also insoweit mit der Tendenz eines Jahresberichts übereinstimmt, sich aber über einen etwas längeren Zeitraum erstreckt, so daß die Erfahrung innerhalb desselben ihr Recht auch auszuüben im Stande ist. Eine etwa zehnjährige Periode scheint in den meisten Beziehungen ausreichend und doch auch nicht zu lang, um den Reiz der Neuheit zu behalten.

Ich habe die von Seiten der Verlagshandlung an mich ergangene Aufforderung zu Abfassung eines solchen Berichtes mit Freuden ergriffen, weil ich das Unternehmen für ein überaus nützliches, durch ein praktisches Bedürfniß hervorgerufenes und besonders zeitgemäßes halte. Gerade der gegenwärtige Zeitpunkt ist gewiß auffallend günstig, um mit einem ersten Bericht dieser Art hervorzutreten. In dem verflossenen Jahrzehent hat sich so Manches ereignet, welches wohl geeignet war, eine mehr als gewöhnliche Bewegung unter dem landwirthschaftlichen Publikum hervorzubringen. Zuvörderst kündigte Liebig seine neue Theorie der Pflanzenernährung und darauf gestützt eine vollständige Umwälzung in dem Betriebe des Ackerbaues an; wir werden in dem Folgenden sehen, was von dem Gebäude seines Systems stehen geblieben ist. Wir sind in diesem Zeitraum von einer, wie es scheint, beispiellosen Dürre heimgesucht worden; wenigstens im Königreich Sachsen, wo der Verfasser damals lebte, erinnert man sich keines so niedrigen Wasserstandes als im Jahre 1842; die Noth drängte den Landwirth, auf die möglich sparsamste Verwendung des Futters

zu denken, die Tauglichkeit der ihm zu Gebote stehenden Surrogate zu prüfen und machte den Wunsch nach der Einführung solcher Futtergewächse rege, welche durch die Trockenheit des Jahres weniger leiden, als die bisher angebauten. Eine noch allgemeinere, auch den Bedarf an menschlicher Nahrung gefährdende und weniger rasch vorübergehende Calamität ist die schon zu Anfang jener Periode sich zeigende und leider noch immer nicht ganz verschwundene Kartoffelkrankheit gewesen. Als zu derselben noch ein beträchtlicher Ausfall in der Ernte unserer hauptsächlichsten Brodfrucht, des Roggens kam, wurden wir mit einem Mal aus der einschläfernden Täuschung gerissen, daß die Wiederkehr einer wirklichen Theuerung, von welcher wir 30 Jahre hindurch verschont geblieben waren, unter den gegenwärtigen Verhältnissen nicht mehr zu fürchten sei. Eine Menge Vorschläge von Mitteln, wie das Uebel für den Augenblick zu lindern und in Zukunft abzuhalten sei — Vorschläge, welche in Zeiten des Ueberflusses in der Regel wieder in gänzliche Vergessenheit zu gerathen pflegen, tauchten bei dieser Gelegenheit von Neuem auf und führten zu interessanten Untersuchungen über die zweckmäßigste Aufbewahrung des Getreides, über die Regelung des Getreidehandels u. s. w. In letzterer Beziehung ist namentlich für Norddeutschland die Aufhebung der englischen Getreidezölle von Wichtigkeit gewesen. Das landwirthschaftliche Vereinswesen hat während desselben Zeitraumes in mehren deutschen Ländern eine Umgestaltung und größere Ausdehnung erhalten; besonders hat seitdem eine vermehrte Betheiligung der bäuerlichen Grundbesitzer stattgefunden; der frische Eifer, welchen diese Vereine entwickelten, hat manche schöne Frucht zur Reife gebracht, und es ist nur zu wünschen, daß er auch in Zukunft nicht

erkalten möge. Gegen Ende unserer Periode traten Ereignisse ein, welche zwar das Bestreben hervorriefen, die Thätigkeit der landwirthschaftlichen Vereine in den einzelnen deutschen Ländern durch ein gemeinschaftliches Band zu verknüpfen, und Veranlassung wurden, der Lage der landwirthschaftlichen Arbeiter eine größere Aufmerksamkeit als bisher zu widmen, welche im Ganzen aber der gedeihlichen Entwickelung unseres friedlichen Gewerbes, sowie den Forschungen des Gelehrten bei weitem mehr hinderlich als förderlich gewesen sind, und die vorhandenen sowohl intellectuellen als materiellen Kräfte eine Zeitlang vorzugsweise einem ganz anderen Felde zugeführt haben. — Um ein ruhiges Urtheil über einen derartigen Gegenstand zu gewinnen, ist es oft von wesentlichem Nutzen, wenn wir uns denselben eine Zeitlang gänzlich aus dem Sinne zu schlagen suchen und uns mit anderen Dingen beschäftigen. Jene Ereignisse, deren welthistorische Bedeutung nicht hierher gehört, haben den Erfolg gehabt, daß eine gewisse Ruhe, ja selbst Erschlaffung in der landwirthschaftlichen Literatur eingetreten ist. Wir wollen uns aus dieser Erschlaffung aufraffen und jene Ruhe dazu benutzen, um einen kritischen Blick auf Dasjenige zu werfen, was während des verflossenen Jahrzehents auf dem Gebiete der Landwirthschaft geleistet worden ist, um zu untersuchen, was wir als unnützen Ballast wegwerfen können und was wir als brauchbar mit in die nächste Periode hinübernehmen sollen.

Wir werden natürlich alle solche Gegenstände, welche, wie die schon in dem Obigen angedeuteten, längere Zeit hindurch lebhaft discutirte Tagesfragen abgegeben haben, gründlich besprechen müssen, um wo möglich einen Abschluß der bisherigen Debatten herbeizuführen; doch halte ich dafür, daß

es nicht weniger in meiner Aufgabe liegt, auch auf solche Vorschläge, welche nicht die verdiente Beachtung gefunden zu haben scheinen, hier noch einmal aufmerksam zu machen. Bei der Auswahl der in unserem Bericht auszunehmenden Gegenstände und der Zumessung des denselben zu widmenden Raumes muß deren praktische Bedeutsamkeit bei weitem schwerer ins Gewicht fallen, als das Aufsehen, welches sie vielleicht nur zufällig erregt haben. So werden wir z. B. den weniger auffälligen, aber um so sicherern Fortschritten in der Ausbildung der landwirthschaftlichen Mechanik und Geräthekunde unsere volle Aufmerksamkeit zu schenken und dem dazu bestimmten Abschnitte die entsprechende Ausdehnung zu geben haben; auch soll dafür Sorge getragen werden, daß unser Vortrag durch Hinzufügung der gerade bei diesem Zweige ganz unentbehrlichen erläuternden Abbildungen die nöthige Anschaulichkeit erhält. Jene praktische Bedeutsamkeit fassen wir durchgängig vom Standpunkte des deutschen Landwirthes auf, für den das Buch zunächst bestimmt ist; dieß soll uns jedoch nicht hindern, auch das Ausland für unsere Zwecke zinspflichtig zu machen. Namentlich wird uns Großbritannien, welches der Landwirth des Festlandes schon längst als ein auf der Bahn des Fortschritts ihm voranleuchtendes Muster anzusehen gewohnt ist, manche Ausbeute gewähren; aber auch in Ländern, wie Frankreich, deren Landwirthschaft im Ganzen mit der unsrigen noch nicht auf gleicher Stufe steht, sind einzelne sehr beachtenswerthe und nachahmungswürdige Leistungen vorgekommen.

Auf eine streng systematische Eintheilung des Materials kommt es für unseren Zweck nicht an; ich gedenke dasselbe unter folgenden Abschnitten zu besprechen und zur

leichteren Auffindung der einzelnen Gegenstände am Schlusse des Buches ein alphabetisch geordnetes Sachregister beizufügen:

I. Theorie der Pflanzenernährung.
II. Düngerwesen.
III. Entwässerung u. a. dauernde Verbesserungen der Grundstücke.
IV. Bewässerung und sonstige Behandlung der Wiesen.
V. Landwirthschaftliche Geräthe und Maschinen.
VI. Specieller Ackerbau.
VII. Gartenbau.
VIII. Waldbau.
IX. Viehzucht.
X. Thierheilkunde.
XI. Aufbewahrung der landwirthschaftlichen Erzeugnisse.
XII. Ländliche Baukunst.
XIII. Technologie.
XIV. Landwirthschaftliche Betriebslehre überhaupt.
XV. Schätzungs- und Bodenkunde, Statik des Landbaues.

Der Hauptzweck unseres Berichtes bleibt immer, den ausübenden Landwirth mit den neuesten und vorzüglichsten Verfahrungsweisen bei dem Betriebe seines Gewerbes bekannt zu machen, ohne Rücksicht darauf, ob deren Zweckmäßigkeit eben nur erst versuchsweise festgestellt ist, oder ob sie bereits im Großen Eingang gefunden haben; auf der anderen Seite dürfte es aber doch auch nicht ohne Interesse sein, die Er-

folge solcher Verbesserungen, welche, wenn auch schon früher bekannt, doch erst in neuester Zeit eine größere Verbreitung erlangt haben, durch einige statistische Notizen belegt zu sehen. Dies soll in einem besonderen Anhange geschehen, in welchem wir die Fortschritte der Landwirthschaft, wie sie während des verflossenen Jahrzehnts in den einzelnen, namentlich deutschen Ländern sichtbar geworden sind, von einem mehr lokalen Standpunkte aus noch einmal überblicken. Dieser Anhang scheint auch der geeignetste Ort, um die wichtigsten agrarischen Gesetze dieser Periode, so wie die Thätigkeit der Behörden, welchen die Pflege des landwirthschaftlichen Gewerbes anvertraut ist, die Thätigkeit der Vereine, das landwirthschaftliche Unterrichtswesen u. s. w. zu besprechen.

Noch bemerke ich, daß ich bemüht gewesen bin, für einige der oben aufgeführten Abschnitte, mit deren Gegenständen ich mich bisher nicht speciell genug beschäftigt habe, tüchtigere Bearbeiter ausfindig zu machen, welche mir auch bereits ihre gütige Mitwirkung zu dem vorliegenden Unternehmen zugesagt haben.

Erster Abschnitt.

Theorie der Pflanzenernährung.

Eine mehr als tausendjährige Erfahrung hat gelehrt, daß die Auswürfe unserer Hausthiere, wir mögen sie nun als Stallmist, Hofmist oder Weidedünger auf das Feld bringen, vollkommen geeignet, ja wohl das geeignetste Mittel sind, die Fruchtbarkeit des Letzteren ungeschmälert zu erhalten oder auch noch über die bisherige Stufe hinauszusteigern. Es scheint daher für die Ausübung der Landwirthschaft auf den ersten Anblick völlig gleichgiltig, welche Veränderungen jene Stoffe so wie die mit denselben gemengten Streumaterialien auf der Düngerstätte und später im Boden erleiden, ehe sie ein für die darauf gebauten Gewächse passendes Nahrungsmittel abgeben; welche Bestandtheile des Düngers von den Pflanzen als Nahrungsmittel aufgenommen werden und somit den Werth des ersteren bestimmen; für die Praxis scheint eine Kenntniß von diesen Vorgängen völlig gleichgiltig, weil eine chemische Trennung der wesentlichen von den unwesentlichen Bestandtheilen des Düngers offenbar bei weitem mehr kosten würde, als die dadurch ersparten Transportkosten betragen können, und eine allzugroße Concentration der vorzugsweise wirksamen Bestandtheile die gleichmäßige Vertheilung derselben im Boden ungemein erschwert. Eine

genauere Betrachtung des Gegenstandes zeigt jedoch, daß dem nicht so ist. Ein rationeller Betrieb des Ackerbaues wird mit der Theorie über die Ernährung der Pflanzen stets im engsten Zusammenhange stehen. Die zweckmäßigste Behandlung und Verwendung des Düngers, der vergleichene Werth der verschiedenen Düngerarten hängt wesentlich von der Antwort ab, welche uns die Wissenschaft auf die angedeuteten Fragen giebt. Es hat sich thatsächlich gezeigt, daß die auf sich selbst angewiesene Erfahrung der praktischen Landwirthe nicht ausreicht, um diese Fragen zur Entscheidung zu bringen. So sehen wir in Ländern, wie England und Schottland, Belgien und theilweise Deutschland, wo der Ackerbau anerkanntermaßen auf einer hohen Stufe der Ausbildung steht, in der Behandlung des Düngers die größten Abweichungen — Abweichungen, welche durch die Verschiedenheit der örtlichen Verhältnisse durchaus nicht zur Genüge gerechtfertigt erscheinen. Die Worte, welche Alexander von Humboldt in seiner Einleitung zu der Schrift von Ingenhouß „über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens" schon im vorigen Jahrhundert ausgesprochen hat, verdienen gewiß noch immer volle Beherzigung. Er sagt: „Es geht mit dem Pflanzenbau, wie mit der ausübenden Medicin, mit der Pflege des vegetabilischen Körpers, wie mit der des animalischen. Man spricht von bisheriger Methode, von bisheriger Verfahrungsart, eben als wenn alle Oekonomen und Aerzte sich längst über allgemein giltige Principien vereinigt hätten.... Ohne die Erfahrungen der Physiker zu kennen und von diesen in ihren Grundsätzen irre gemacht zu werden, haben praktische Oekonomen selbst über die Vorbereitung des Bodens, über die Ruhe, welche ihm neue Kräfte verschaffen soll und über die Behandlung

der aufkeimenden Gewächse gestritten. Führt daher auch unsere erweiterte Naturkenntniß weder auf die Erfindung neuer Heilmittel, noch auf die einer noch nie gebrauchten Dungart, so wird sie doch wohlthätig genug für die Menschheit sein, wenn sie unter entgegengesetzten Methoden wählen, die alltäglichsten aber noch immer unenträthselten Phänomene erklären, und einen causalen Zusammenhang zwischen Wirkungen einsehen lehrt, von deren Einfluß oft der Wohlstand der zahlreichsten und wichtigsten Menschenclasse abhängt." Wenn man die hier so treffend bezeichnete Aufgabe der Wissenschaft doch immer im Auge behalten hätte! Liebig, welcher so Manches aus Ingenhouß geschöpft, hat, wie er in der Vorrede zu seiner Agriculturchemie ausdrücklich sagt, auch die Einleitung von Humboldt gelesen, aber leider wenig beachtet.

Die durch Theodor von Saussure begründete Theorie der Pflanzenernährung hat, ohne wesentliche Angriffe zu erfahren, noch bis vor Kurzem allgemeine Geltung gehabt; bei ihrer Anwendung auf den Ackerbau ist sie jedoch verschieden und nicht immer ganz in dem Sinne ihres Urhebers aufgefaßt worden. Saussure war, wie schon der Umfang seiner Versuche und noch bestimmter die von ihm daraus gezogenen Schlußfolgerungen beweisen, frei von jeder vorgefaßten Meinung hinsichtlich der Quellen, aus welchen die Pflanze ihre Nahrung schöpft; er schenkte der Atmosphäre wie dem Boden, den verbrennlichen wie den unverbrennlichen Bestandtheilen der Pflanze gleiche Aufmerksamkeit. Der Umstand aber, daß der Kohlenstoff in der Trockensubstanz der meisten organischen Gebilde den der Masse nach überwiegenden Bestandtheil ausmacht, hat den Vater der neueren rationellen Landwirthschaft unter den Deutschen, unseren Thaer und seine Schule offenbar zu einer etwas

einseitigen Würdigung dieses Stoffes verleitet, so daß man die Zuführung des nöthigen Kohlenstoffes als die Hauptsache bei der Düngung anzusehen anfing. Saussure hatte eine doppelte Quelle für denselben bezeichnet, die Kohlensäure der Atmosphäre und den löslichen Extract der Dammerde, dabei aber ausdrücklich bemerkt, wie der letztere jedenfalls nur einen verhältnißmäßig sehr kleinen Theil liefern könne. „Vergleicht man" sagt er [1]) „das Gewicht des Extractes, welches der fruchtbarste Boden liefern kann, mit dem Gewicht der getrockneten Pflanze, so findet man, daß sie darin nur eine sehr geringe Menge ihrer eigenen Substanz hat herausholen können." Für eine Sonnenblume z. B., welche getrocknet 500 Gramm wiegt, berechnet er den aus dem Boden stammenden Antheil auf 26,85 Gramm, d. i. ohngefähr auf $\frac{1}{20}$; dagegen hebt er den Umstand, daß die Asche des Dammerde-Extractes alle Bestandtheile der Pflanzenasche enthalte, besonders hervor, und bestreitet ganz entschieden die Ansicht Derjenigen, welche diese Aschenbestandtheile wegen ihrer geringen Menge für unwesentlich erklärt haben.

Thaer erkennt zwar die Kohlensäure als ein Pflanzennahrungsmittel an, schenkt ihr aber weiter keine Aufmerksamkeit; den feuerbeständigen Körpern im Boden gesteht er nur einen mittelbaren Einfluß auf die Ernährung zu, indem dieselben, insoweit sie sich nicht ganz unthätig zeigen, entweder einen Reiz auf die Lebensthätigkeit der Pflanze selbst, oder eine zersetzende Wirkung auf den „Humus" äußern sollen. Diese Benennung ist von Thaer für die im Boden enthaltenen, bereits zu einem gewissen Grade der Zersetzung vor-

[1]) Th. v. Saussure's chemische Untersuchungen über die Vegetation, aus dem Französischen von F. S. Voigt, Leipzig 1805, Seite 249.

geschrittenen organischen Reste zuerst eingeführt worden, und wir wollen sie der Kürze wegen auch in der Folge als Collectivnamen beibehalten, obschon auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft in vielen Beziehungen eine weitere Unterscheidung der unter jenem Namen zusammengefaßten Zersetzungsprodukte nothwendig erscheint. In dem Humus sieht nun Thaer die eigentliche Nahrung der Pflanzen, den Körper, auf dessen Gegenwart die Fruchtbarkeit des Bodens, wenn nicht ausschließlich, doch vorzugsweise beruht. [2]) Daß diese Eigenschaft des Bodens keinesweges immer mit seinem Gehalt an Humus in geradem Verhältniß stehe, konnte Denjenigen, welche sich wie Block mit dem Abschätzungswesen praktisch beschäftigt haben, nicht entgehen; Block verwirft daher auch, ohne sich auf die theoretische Frage weiter einzulassen, jede Werthschätzung des Bodens nach seinen Bestandtheilen. Der berühmte englische Chemiker Davy, welcher sich namentlich durch die Anwendungen seiner Wissenschaft auf das landwirthschaftliche Gewerbe so verdient gemacht hat, suchte durch unzweideutige Versuche den wichtigen Antheil der gasförmigen Stoffe an der Ernährung der Pflanzen in das gehörige Licht zu setzen, dagegen theilte er so ziemlich die Ansichten Thaers in Bezug auf die mineralischen Stoffe des Bodens und Düngers. Weniger einseitig wurde die Frage von Schübler und Sprengel aufgefaßt, welche sich wieder mehr dem Standpunkt von Saussure anschlossen. Namentlich der Letztere hat in neuerer Zeit vielfältige Angriffe als angeblicher hartnäckiger Vertheidiger einer nicht mehr haltbaren Theorie erfahren; der ihm u. A. von

[2]) Grundsätze der ration. Landw. Bd. I. Seite 235 und Bd. II. Seite 107 u. f. (der Ausgabe in Quart.)

Schleiden in dieser Beziehung gemachte Vorwurf ist gewiß ein sehr ungerechter; Sprengel nimmt zwar mit vielen anderen bedeutenden Autoritäten eine directe Aufnahme des Humusextractes durch die Pflanzenwurzeln an, sagt aber [3]) ausdrücklich, wie die Pflanze den „größten" Theil ihres Kohlenstoffgehaltes in der Gestalt von Kohlensäure zugeführt erhalte, und er würde gewiß nicht eine so große Anzahl von Aschenanalysen angestellt haben, wenn er die unverbrennlichen Bestandtheile der Pflanzen, des Düngers und des Bodens für unwesentliche hielt. Daß diese in früheren Zeiten angestellten Analysen den gegenwärtigen Anforderungen, wie man behauptet, nicht mehr genügen, mag sein, gehört aber nicht hierher.

So stand die Sache, als im Jahre 1840 ein Mann auftrat, welcher sich durch seine glänzenden Leistungen auf dem Gebiete der Chemie einen wohlbegründeten Ruf erworben hatte, und nun, sich einem ihm bis dahin völlig fremden Felde zuwendend, glaubte, durch völligen Umsturz alles Desjenigen, was seither als die Basis eines rationellen Ackerbaues gegolten hatte, eine neue Aera für uns Landwirthe heraufzuführen. Das Aufsehen, welches Liebig's „organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie" in sechs rasch aufeinanderfolgenden Auflagen erregt hat, die lebhaften Debatten, welche sie hervorrief, werden bei unseren geehrten Lesern noch in hinreichend frischem Andenken sein.

Das für uns Wesentliche der Theorie über die Ernährung der Pflanzen, welche Liebig in obiger Schrift niedergelegt hat, läßt sich etwa in folgende Sätze zusammenfassen.

---

[3]) Chemie für Landwirthe, Th. I., Seite 303.

1) Die einzige und unter allen Umständen ausreichende Quelle, aus welcher die Pflanzenwelt ihren Kohlenstoff schöpft, ist der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre.

2) Ihren Bedarf an Stickstoff erhält die Pflanze in Gestalt von Ammoniak.

3) Außer Kohlenstoff, Stickstoff und den Elementen des Wassers — Sauerstoff, Wasserstoff — enthält die Pflanze noch eine große Anzahl Stoffe, welche bei ihrer Verbrennung als Asche zurückbleiben; sie finden sich zwar nur in verhältnißmäßig geringer Menge vor, und ein Theil derselben scheint sich gegenseitig zu vertreten, im Allgemeinen sind sie aber keinesweges als zufällige Bestandtheile des Pflanzenkörpers zu betrachten, sondern im Gegentheil unbedingt nothwendig zu seiner Entwickelung. Hinsichtlich dieser Aschenbestandtheile ist die Pflanze lediglich an den Boden gewiesen.

4) Der Humus giebt nicht, wie man bisher geglaubt hat, ein unmittelbares Nahrungsmittel für die Pflanzen ab; die günstigen Wirkungen des Humus und der Düngung mit organischen Stoffen auf die Fruchtbarkeit des Bodens, beruhen hauptsächlich wenn nicht ausschließlich auf ihren Aschenbestandtheilen. Die thierischen Excremente können daher bei der Düngung durch die in denselben enthaltenen unverbrennlichen Bestandtheile vollständig ersetzt werden.[4])

5) Die Pflanze besitzt in Bezug auf ihre Nahrung kein Wahlvermögen, sondern die den Wurzeln dargebotenen in Wasser gelösten Stoffe werden wie von einem Schwamm ohne Unterschied aufgenommen.

---

[4]) Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur ꝛc., Seite 238 (d. 6ten Auflage) und an mehreren anderen Stellen.

In der weiteren Ausführung dieser Sätze ist der Verfasser in mehrfache Widersprüche mit sich selbst gerathen. Bei Beurtheilung der Liebig'schen Theorie können wir in Bezug auf solche Punkte nur die Regel beobachten, dasjenige als seine schließliche, wirkliche Meinung anzusehen, was er seinen praktischen Vorschlägen zu Grunde gelegt hat. Wenn sich übrigens Liebig durch jene Widersprüche den späteren Rückzug gewissermaaßen offen erhalten hat, so sind einige seiner Zeitgenossen — namentlich Petzholdt, Schleiden — noch weiter als er selbst gegangen, und haben das Liebig'sche System bis in seine äußersten Consequenzen verfolgt. Die Behauptungen dieser Männer werden wir ebenfalls in unsere Kritik hereinziehen.

Zum Beleg seiner Ansicht über die untergeordnete Rolle des Humus, dem man seither mit Unrecht eine so große Wichtigkeit für die Vegetation beigelegt habe, führt Liebig zuvörderst an, daß die Pflanzenwelt nicht von der Gegenwart eines Körpers abhängig sein könne, welcher erst aus ihr hervorgegangen ist; es sei ungereimt, einen „Urhumus" anzunehmen. Ein solcher Urhumus ist in der That noch von Niemandem behauptet worden; eben so wenig läßt sich leugnen, daß die Entwickelung von Pflanzen auf einem Boden ohne Spuren von organischen Resten allerdings möglich ist; Liebig hat es aber offenbar schlecht verstanden, sich auf den Standpunkt des Landwirthes, für den er doch schreibt, zu versetzen, wenn er glaubt, es komme darauf an, die Bedingungen zu ermitteln, unter denen eine Pflanze allenfalls noch existiren, wenn auch eben nur ihr kümmerliches Dasein fristen kann; die Aufgabe des Landwirths ist es vielmehr, mit dem möglich geringsten Aufwand von Mitteln die möglich üppigste Vegetation hervorzurufen, und die Mitwirkung des

Humus zu einer solchen üppigen Vegetation wird wenigstens auf die obige Weise nicht widerlegt; ganz mit demselben Recht könnten wir die Mitwirkung des Capitals bei der Production in Abrede stellen, indem auch dieses erst ein Product der Arbeit ist. Ferner behauptet Liebig, daß der gesammte Kohlenstoffgehalt unserer Ernte durch eine Düngung mit organischen Stoffen nicht erhöht werde; ein Morgen Wald und Wiese, welche nicht gedüngt werden, producire in der Gestalt von Holz und Heu jährlich ohngefähr dieselbe Menge Kohlenstoff, als ein gedüngtes Feld in seiner Getreide- oder Rübenernte. Innerhalb der weiten Grenzen, zwischen welchen die Erträge an diesen Erzeugnissen in der Wirklichkeit schwanken, war es nicht schwer, Zahlen aufzufinden, welche die gewünschte Uebereinstimmung zeigten. Der Landwirth wird dem Chemiker einwenden, daß seine Wiesen den angenommenen Ertrag von 25 Centnern Heu auf die Dauer keineswegs liefern, wenn sie nicht auf die eine oder die andere Weise Ersatz dafür erhalten; in Bezug auf die vorliegende Frage ist es offenbar ganz gleichgiltig, ob dies dadurch geschieht, daß wir den Dünger unmittelbar auf die Wiese bringen, oder ob das von den benachbarten gedüngten Feldern ablaufende Wasser auf dieselbe fließt, der aus seinen Ufern tretende Strom befruchtenden Schlamm hier absetzt, oder endlich, ob die Wiese die nöthige Düngung in Gestalt einer künstlichen Ueberrieselung mit einem Wasser erhält, welches die geeigneten Stoffe mit sich führt. Es ist eine unter den Landwirthen längst festgestellte Thatsache, daß nur in den bezeichneten Fällen jener Ertrag zu erwarten ist; man braucht aber nicht gerade Landwirth vom Fach zu sein, um zu wissen, daß die Getreide- und Rübenernten und somit auch die erzeugten Kohlenstoffmengen auf erschöpftem Boden

geringer ausfallen, als auf gutgedüngten Feldern; man braucht nicht Forstwirth zu sein, um zu wissen, daß die Holzerträge sich vermindern, wenn wir den Waldboden seiner Streudecke berauben. Die Liebig'sche Schule wird uns hierauf erwidern, daß wir mit dem abgefallenen Laub auch die darin enthaltenen Aschenbestandtheile entführen, daß wir bei jeder Düngung unserer Felder und Wiesen mit organischen Resten gleichzeitig auch die nöthigen anorganischen Stoffe aufbringen; dies ist aber eben der Grund, warum durch die angeführten Zahlen gar nichts bewiesen wird! Wir können uns daher nicht genug verwundern, daß Schleiden, welcher mit solcher Heftigkeit auf strenge Beweise dringt, uns noch ganz kürzlich [5]) genau denselben Trugschluß vorführt, um die angebliche Unabhängigkeit des Stickstoffgehaltes der Ernten von dem Stickstoffgehalt der Düngung zu beweisen. Es ist allerdings richtig, daß der gesammte Stickstoffgehalt einer guten Kleeernte im dritten Jahre nach der Düngung größer ist, als der Stickstoffgehalt des im zweiten Jahre erbauten Getreides und selbst größer, als der der in frischem Dünger erbauten Kartoffeln; es ist aber jedem Anfänger in der Landwirthschaft zu gut bekannt, wie sehr der Ertrag des Klee's und anderer Früchte von ihrer Stelle in der Rotation abhängig ist, als daß eine solche Behauptung eine ausführliche Widerlegung verdiente. Solche Verstöße gegen das ABC der Landwirthschaftslehre sind wahrlich nicht geeignet, dem Praktiker eine hohe Meinung von dem Nutzen der Naturwissenschaften bei-

---

[5]) Encyclopädie der gesammten theoretischen Naturwissenschaften in ihrer Anwendung auf die Landwirthschaft von Dr. M. J. Schleiden und Dr. E. E. Schmid, Bd. III., S. 343.

zubringen. Doch sei dieß hier nur beiläufig gesagt! vor der Hand haben wir es noch mit dem Kohlenstoff zu thun. Daß die Kohlensäure ein Pflanzen-Nahrungsmittel ist, muß für eine auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft nicht mehr zu bestreitende Thatsache gelten. Auf der andern Seite hat die Erfahrung gelehrt, daß der atmosphärischen Luft nur ein gewisses Maaß Kohlensäure beigemengt werden darf, wenn unsere Culturgewächse darin gedeihen sollen; ein Uebermaaß an diesem Nahrungsmittel wirkt entschieden schädlich. Es fragt sich nun, welches ist das für unsere Zwecke günstigste Verhältniß? wo beginnt das schädliche Uebermaaß? Die Liebig'sche Schule hat ziemlich willkürlich angenommen, daß die in der Atmosphäre enthaltene Kohlensäuremenge gerade das zuträglichste Maaß und daß ein reichlicheres Fließen dieser Quelle wenn auch nicht schädlich doch mindestens ohne Nutzen für die Pflanzen sei. Liebig selbst räumt zwar an einigen Stellen seiner Agriculturchemie ein, wie der Humus im Boden vielleicht auch dadurch zur Fruchtbarkeit desselben beitrage, daß er bei seiner weiteren Zersetzung eine fortdauernde Quelle von Kohlensäure abgebe; dieser Punkt ist aber eben einer der Widersprüche, in welche, wie wir andeuteten, Liebig verfallen ist; denn diese Wirkung des Humus kann durch seine Aschenbestandtheile allein nicht hervorgebracht werden, während er doch behauptet, daß ersterer durch letztere vollständig zu ersetzen sei. Schleiden, welcher sich vielfältig das Ansehen giebt, als sei er Urheber einer eigenen Theorie über die Ernährung der Pflanzen und Gegner Liebigs, in der That aber dem System des letzteren wenig Eigenthümliches zugefügt und dasselbe wie gesagt nur mit etwas mehr Consequenz durchgeführt hat, sucht den Nutzen des Humusgehaltes im Boden lediglich in den Aschenbestandtheilen, in

der dunkeln Färbung, welche dem Boden dadurch ertheilt wird und letzteren fähig macht, sich unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen leichter zu erwärmen, ferner in der bei der sogenannten langsamen Verbrennung des Humus entwickelten Wärme, sowie endlich in seiner Wasser absorbirenden und haltenden Kraft. Ein besonderes Gewicht legt er auf den Umstand, daß der Ackerbau namentlich in südlichen Gegenden häufig ohne alle organische Düngung betrieben wird; nach seiner Behauptung sollen $\frac{3}{4}$ aller Culturen ohne eine solche erfolgen. Ohne auf eine Kritik dieser schwer zu constatirenden Zahlenangabe einzugehen, bemerken wir hiergegen, wie es mit der gleichzeitig behaupteten unverminderten Productionsfähigkeit solcher Gegenden keineswegs seine volle Richtigkeit hat; die traurigen Folgen vernachlässigter Düngung und des Mangels an einer geordneten Rotation zeigen sich in den nordamerikanischen Freistaaten auf unzweideutige Weise, so namentlich in Virginien, in dessen östlichen Theilen — allerdings mit vorherrschend sandigem Boden — der Weizen gegenwärtig nur noch einen Durchschnittsertrag von 5 Bushel vom Acre (d. i. etwas über 2 Berliner Scheffel vom Magdeburger Morgen) liefern soll [6]). Weiter sehende Männer haben behauptet, daß es eine große Wohlthat für Nordamerika gewesen wäre, wenn man nur irgend ein System, wäre es auch die bei uns gegegenwärtig so verschriene Dreifelderwirthschaft, von Anfang an befolgt hätte. Ebenso ist schon längst darüber geklagt worden, daß die Alpenweiden der Schweiz, welche Liebig als Beleg für seine Meinung namentlich anführt, in ihrer Produktionsfähigkeit abnehmen; Rau hat im ersten Bande seines Lehrbuchs verschiedene hierauf bezügliche Notizen mit-

---

6) Fleischmann, der nordamerikanische Landwirth, S. 349.

getheilt. In allen den Fällen aber, wo die künstliche Bewässerung an die Stelle der gewöhnlichen Düngung tritt, führen wir, was wohl zu beachten, in dem Rieselwasser den Pflanzen nicht nur Aschenbestandtheile, sondern auch Kohlensäure und Ammoniak in bei weitem größerer Menge zu, als ihnen die Atmosphäre diese Stoffe darbietet; auch diese Thatsache kann daher die angeregte Frage nicht entscheiden. Auf die Erklärung, welche Kuhlmann von der augenscheinlich größeren Fruchtbarkeit des Südens im Vergleich zum Norden giebt, kommen wir gleich nachher zurück. Hin und wieder stoßen wir allerdings auf einzelne Grundstücke, selbst ganze Landstriche, wenn auch nicht von solcher Ausdehnung als Schleiden zu glauben scheint, welche von unerschöpflicher Fruchtbarkeit zu sein scheinen, wo die Düngung nicht nur entbehrlich sondern geradezu nachtheilig ist, wenigstens für den Getreidebau, indem sie unausbleiblich ein Lagern dieser Früchte zur Folge hat. Die betreffenden Zeugnisse sind zu übereinstimmend, als daß die Sache selbst bezweifelt werden könnte, und zu bekannt, als daß es hier ihrer nochmaligen Anführung bedürfte; die rationelle Erklärung einer solchen ungewöhnlichen Fruchtbarkeit bietet uns aber große Schwierigkeiten dar, welcher Partei wir auch angehören mögen. Jedenfalls ist die Anzahl von Bodenanalysen, welche mit den neueren vervollkommten Hilfsmitteln ausgeführt worden sind, noch zu gering, um aus ihrer Vergleichung und mit Berücksichtigung ihres erfahrungsmäßigen Grades von Fruchtbarkeit bindende Schlüsse in Bezug auf die Ernährung der Pflanzen ziehen zu können; wir begnügen uns daher vor der Hand mit obigen Andeutungen, wollen aber in einem späteren Abschnitte versuchen, umgekehrt aus denjenigen Sätzen, welche in letzterer Hinsicht als nunmehr feststehend gelten müssen oder

doch die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, die geeigneten Regeln zur Beurtheilung der Bodengüte abzuleiten. Das praktische Bedürfniß erheischt nun einmal die Aufstellung solcher Regeln unabweislich und unerwartet der endlichen Lösung noch schwebender Streitfragen durch die Wissenschaft.

Wenn die Gründe, welche beweisen sollen, daß eine vermehrte Zuführung von Kohlensäure nutzlos für die Pflanze ist, durchaus nicht stichhaltig sind, so liegen auf der andern Seite direkte Versuche vor, welche geradezu das Gegentheil beweisen. Schon Davy [7]) sowohl als Saussure [8]) haben beobachtet, daß die bloße Nachbarschaft gährenden Mistes oder der (in fortwährender Zersetzung begriffenen) Dammerde das Wachsen der Pflanzen begünstigt, selbst wenn diese Stoffe dem Bereich der Pflanzenwurzeln entrückt sind, also durchaus keine Aschenbestandtheile an letztere abgeben können. Hierbei bleibt es allerdings noch zweifelhaft, ob die wahrgenommene Wirkung von der sich entwickelnden Kohlensäure oder dem Ammoniak herrührt. Saussure hat aber auch mit Gasgemengen experimentirt, welche er sich durch Hinzufügung verschiedener Mengen reiner Kohlensäure zu atmosphärischer Luft bereitete, und gefunden, daß Erbsenpflanzen, welche während der Tagesstunden den Sonnenstrahlen ausgesetzt waren, innerhalb zehn Tagen in einem Gasgemenge, dessen zwölfter Theil aus Kohlensäure bestand, durchschnittlich um 11 Gran an Gewicht zunahmen, während diese Gewichtszunahme in gewöhnlicher atmosphärischer Luft nur 8 Gran betrug; erst $\frac{1}{8}$ Kohlensäure zeigte sich nachtheilig und verminderte die Gewichtsvermehrung auf 7 Gran. Wie weit bleibt aber der

---

7) Elements of agricultural chemistry; London 1813, page 264.
8) Chemische Untersuchungen, Seite 28.

Kohlensäuregehalt der Atmosphäre hinter diesen Zahlen ($\frac{1}{12}$ und $\frac{1}{8}$) zurück! Er beträgt nur etwa $\frac{1}{2000}$ und könnte mithin in den nächsten Umgebungen der Pflanze um mehr als das 150fache gesteigert werden ohne ihr zu schaden. Obige Resultate geben eine so entschiedene Antwort auf die vorliegende Frage, daß durch neuere Beobachtungen der Beweiskraft jener Versuche kaum etwas hat hinzugefügt werden können; jedenfalls bleibt es aber merkwürdig, daß, wie aus einem Citat in Meyen's Pflanzenphysiologie [9]) zu ersehen, Schleiden selbst in früheren Jahren eine günstige Wirkung der sich aus gewissen Quellen entwickelnden freien Kohlensäure auf die Vegetation der nächsten Umgebung wahrgenommen hat.

Wir kommen jetzt zweitens zu der Quelle des Stickstoffs in den Pflanzen. Auch hier ist bereits von Saussure, wenn schon nur vermuthungsweise, die Ansicht ausgesprochen worden, daß die Aufnahme desselben von Seiten der Pflanze wohl in Gestalt des Ammoniaks erfolgen möge; die von Andern behauptete Aufnahme des freien in der atmosphärischen Luft enthaltenen Stickstoffs hatte sich bei Wiederholung der Versuche nicht bestätigt. Außer dem gasförmigen (kohlensauren) Ammoniak erwähnt Saussure auch des Extractes aus den organischen Resten im Boden, ohne sich über die Form, in welcher der Stickstoff hier vorkommen soll, näher auszusprechen. Erst Liebig bezeichnete mit Bestimmtheit das Ammoniak als denjenigen Stoff, welcher in dem Haushalt der Natur dazu diene, die Pflanzenwelt mit dem nöthigen Stickstoff zu versorgen. Dagegen zeigt er wiederum ei-

---

9) Band II., Seite 134, wo auf eine Abhandlung Schleiden's in Wiegmann's Archiv, Jahrg. 1834, Bezug genommen wird.

niges Schwanken in Bezug auf die Frage, ob dem Ammoniak allein diese Function zukomme oder ob es dieselbe noch mit andern Körpern theile. Hierbei kann eigentlich nur noch die Salpetersäure in Betracht kommen; nun findet sich in Liebig's Agriculturchemie [10]) ein Abschnitt, welcher offenbar die Tendenz hat, zu widerlegen, daß die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse sei; in demselben Abschnitt kommt aber auch folgende mit dem übrigen Inhalt in grellem Widerspruch stehende Stelle vor; Liebig sagt nämlich: „Wir sehen, daß in dem Organismus der Pflanze die Kohlensäure und das Wasser, deren Bestandtheile mit einer weit größeren Kraft zusammengehalten sind, eine Zerlegung erfahren. Wir betrachten die Schwefelsäure als eine Quelle für den Schwefel. Warum sollte die Salpetersäure nicht durch die nämlichen Ursachen eine ähnliche Zerlegung erfahren, warum sollte ihr Stickstoff nicht ähnlich wie der Kohlenstoff oder Schwefel zu einem Bestandtheil eines Pflanzentheils werden können?" Wenn wir, wie dies L. an andern Stellen thut, annehmen wollten, daß die Salpetersäure nicht tauglich sei, als Pflanzennahrungsmittel in obigem Sinne zu dienen, und zugleich leugnen, daß das Ammoniak unter gewissen Bedingungen auch noch auf andere Weise als durch die Fäulniß eines stickstoffhaltigen organischen Körpers entstehen könne [11]),

---

10) S. 292—304 der sechsten Aufl. Liebig führt hier namentlich an, wie der Umstand, daß Bodenarten, in welchen sich Salpeter findet, sehr fruchtbar zu sein pflegen, keineswegs den von Anderen behaupteten causalen Zusammenhang beider Erscheinungen beweise, sondern es seien beide die Wirkungen einer gemeinschaftlichen Ursache, nämlich der Gegenwart derjenigen Stoffe, welche sowohl zur Salpeterbildung als auch zur Ernährung der Pflanzen geeignet und nothwendig sind.

11) Eine solche Entstehungsweise des Ammoniak wird u. A. von Mulder, in seinem „Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie"

so würde daraus eine wichtige, aber für die Fortschritte des Ackerbaues und der Menschheit überhaupt wenig tröstliche Folgerung hervorgehen; es würde daraus folgen, daß die Fähigkeit der Natur, organische Wesen hervorzubringen, fortwährend abnehmen müsse. Wir wissen, daß bei der Verbrennung organischer Körper stets freier Stickstoff entweicht und bei ihrer Verwesung aus dem Stickstoff zum großen Theile nicht Ammoniak, sondern Salpetersäure sich bildet; gäbe es nun kein Thor, durch welches derselbe in den Kreislauf der Organismen wieder eintreten könnte, so müßte sich wie gesagt die Menge des organisirten Stickstoffes und somit die Menge der organischen Wesen auf unserer Erde täglich, ja stündlich vermindern. Einen dem Landwirth näher liegenden Beweis gegen obige Ansicht scheint die Wirkung des Salpeters als Düngmittel darzubieten. Mit dem Namen Salpeter bezeichnet man bekanntlich die Verbindungen der Salpetersäure mit verschiedenen Basen, als Natron, Kali u. s. w. Petzholdt ist nun zwar geneigt, jene nicht in Abrede zu stellende Wirkung nicht der Salpetersäure sondern ihrer Basis und wenigstens theilweise den zufälligen Verunreinigungen des Salpeters zuzuschreiben [12]); sehen wir aber von letzteren wegen ihrer jedenfalls sehr geringen Menge ab, so würde unter dieser Voraussetzung derselbe Erfolg zu erwarten sein, wenn wir die Basis des Salpeters in anderer Gestalt anwenden. Hierauf bezügliche Versuche sind von Kuhlmann angestellt worden; derselbe erhielt nach einer Düngung mit 300 Kilogramm kohlensaurem Natron auf den Hectare von einer künstlich angesäeten Wiese in den Jahren 1845 und

(nach d. Holländischen, von Dr. H. Kolbe, S. 155—158) behauptet, von Liebig dagegen (a. a. O. S. 290) verneint.

12) Siehe dessen „Agriculturchemie" S. 327—332.

1846 an Heu und Grummet 11426 Kilogramm, d. i. nur 163 Kilogr. mehr als auf ungedüngtem Boden; 200 Kilogr. salpetersaures Natron dagegen lieferten 14066 Kilogr. Heu und Grummet, d. i. 2803 Kilogr. mehr als das ungedüngte Land.[13]) Vom Standpunkte der Praxis schließen wir hieraus, daß die düngende Wirkung des Salpeters hauptsächlich auf der Säure beruhe; die Theorie könnte aber immer noch insofern Recht haben, als sich die Salpetersäure im Boden wirklich erst in kohlensaures Ammoniak verwandelt, ehe sie in die Pflanze übergeht, und dieß ist in der That Kuhlmann's Meinung. Er hat sich durch verschiedene künstlich eingeleitete, aber ganz analoge chemische Vorgänge darzuthun bemüht, daß die gleichzeitige Fäulniß organischer Reste, vielleicht auch andere Oxydationsprocesse im Boden eine solche Umwandlung zur Folge haben und daß in der That das kohlensaure Ammoniak die einzige Form sei, in welcher das Bedürfniß der Pflanze an Stickstoff befriedigt werde. Hiermit scheint auf den ersten Anblick eine andere Erfahrung im Widerspruch zu stehen. In warmen Ländern bringt, wenn es nur nicht an der nöthigen Feuchtigkeit fehlt, ein Boden, wie er auch bei uns vorkommt, Ernten hervor, die wir trotz allem Fleiß nicht erreichen; auf der andern Seite wird durch die Wärme des Klima's die Salpeterbildung außerordentlich begünstigt; die Salpeterbildung ist aber nach der Meinung der bedeutendsten Autoritäten ein chemischer Prozeß, durch welchen Stoffe, an sich zur Ernährung der Pflanzen geeignet, in eine Form übergeführt werden, in welcher sie hierzu nicht mehr tauglich sind, sondern um es zu werden, erst wieder dem entgegen-

13) Siehe: Expériences chimiques et agronomiques par F. Kuhlmann; Paris, 1849, page 84.

gesetzten Proceß unterliegen müssen. Kuhlmann erklärt sich nun die Sache [14]) recht sinnreich dahin, daß unter solchen Umständen die Salpeterbildung nur an der Oberfläche des Bodens, soweit der atmosphärische Sauerstoff ungehindert einwirken kann, in der Tiefe aber gleichzeitig die Ammoniakbildung erfolge; durch letzteres werde für den gegenwärtigen Bedarf der Pflanze gesorgt, durch ersteres aber dem Verlust vorgebeugt, welchen der ganze Vorrath an stickstoffhaltiger Nahrung erleidet, wenn er in Gestalt des flüchtigen kohlensauren Ammoniaks in unmittelbare Berührung mit der Atmosphäre kommt.

Der durchschnittliche Ammoniakgehalt der Atmosphäre ist jedenfalls ein sehr geringer, bei weitem kleiner als der Kohlensäuregehalt — Fresenius hat nur etwa den zehnmillionsten Gewichtstheil gefunden — auf der andern Seite ist aber auch der Stickstoffgehalt der Pflanzen nur ein sehr unbedeutender, und es entsteht daher wieder die Frage, ob durch die normale Zusammensetzung der Atmosphäre der Bedarf unserer Culturgewächse an Stickstoff schon in solchem Grade gedeckt ist, daß eine weitere Zuführung von Stickstoff überflüssig erscheint. Die auffallend günstige Wirkung des animalischen Düngers und der Ammoniaksalze scheint diese Frage entschieden zu verneinen; auch Liebig spricht sich in seiner Agriculturchemie vielfältig dahin aus; nur der Wunsch, seinen künstlichen Dünger wohlfeiler herzustellen, hat ihn später veranlaßt, Versuche anzustellen, ob das theure Ammoniak nicht ohne Beeinträchtigung des Erfolgs weggelassen werden kann. Schleiden dagegen, noch weniger als Liebig durch landwirthschaftliche Erfahrungen beengt, behauptet keck, daß das Am-

14) A. a. O. S. 102 u. f.

moniak im Stallmist keinen Antheil an seiner Wirkung habe, und stellt sich somit in directen Widerspruch mit der französischen Schule, welche gerade den Stickstoffgehalt der verschiedenen Düngemittel als Maaßstab ihres Werthes annimmt. Diese Streitfrage hat Versuche hervorgerufen, deren Resultate keinen unparteiischen Richter länger in Zweifel lassen können. Wir wollen der gleich nachher an die Reihe kommenden Untersuchung über die Rolle der Aschenbestandtheile im Dünger nicht vorgreifen, können uns aber nicht entbrechen, schon hier der Versuche von Kuhlmann zu gedenken. Derselbe wendete verschiedene mineralische Düngungsmittel, theils für sich allein, theils in Verbindung mit salzsaurem Ammoniak (200 Kilogramm auf den Hectare) an; in dem letzteren Falle ergab sich, wie aus folgender Zusammenstellung zu ersehen, durchgängig ein weit höherer Ertrag an Heu und Grummet. Die Versuche sind wie die früher erwähnten in den Jahren 1845 und 1846 angestellt worden; die nachstehenden Zahlen bezeichnen in Kilogrammen diejenigen Quantitäten, welche in beiden Jahren mehr erbaut worden sind als auf dem ungedüngten Lande; letzteres lieferte 11263 Kilogramm, und durch eine Düngung mit obiger Quantität salzsauren Ammoniaks allein wurde der Ertrag um 3700 Kilogramm gesteigert.

Düngemittel.	Menge desselben.	für sich allein		in Verbindung mit 200 Kilogr. salzsaurem Ammoniak
		lieferte im Vergleich zum ungedüngten Lande		
	pro Hect.	mehr	weniger	mehr
	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
Kieselsaures Kali	300	.	— 80	+ 3632
Kohlensaures Natron	300	+ 164	.	4780
Phosphorsaures Natron	150	1544	.	4180
Phosphorsaurer Kalk	300	1636	.	4977
Tabaksasche	1000	191	.	4743
Steinkohlenasche	4000	317	.	4053
Seesalz	200	1606	.	5687
Gyps	500	.	— 552	3464
Kreide	500	.	— 556	2659
Summa	.	+ 5458	— 1188	+ 38175

Ohne die Mitwirkung des salzsauren Ammoniaks haben, wie man sieht, nur die beiden phosphorsauren Salze und das Seesalz eine erhebliche Steigerung des Ertrages hervorgebracht; im Durchschnitt beträgt diese Steigerung 474,4 Kilogramm, für die Combination mit salzsaurem Ammoniak aber 4241,7 d. i. nur 541,7 Kilogramm mehr als bei der alleinigen Anwendung des Ammoniaksalzes. Das Jahr 1845 soll in Frankreich ein sehr nasses, 1846 ein sehr trockenes Jahr gewesen sein. Vorstehende Versuche sind hauptsächlich vom theoretischen Standpunkte aufzufassen; das im Handel unter dem Namen Salmiak vorkommende salzsaure Ammoniak

ist zu theuer, um allgemeine Anwendung zu finden; für praktische Zwecke müßte die Wirkung jener Düngemittel auf die verschiedenen Culturgewächse besonders geprüft werden u. s. w. Wir sehen deshalb von einer weiteren Analyse dieser Versuche ab, sowie auch von der Reduction der angeführten Zahlen auf deutsche Maaße und Gewichte und bemerken nur beiläufig, daß jedem Kilogramm pro Hectare etwa 0,55 Pfund preußisch vom Magdeburger Morgen entsprechen.

Nebenher berühren wir in Bezug auf die Kohlensäure und das Ammoniak noch die Frage, durch welche Organe der Pflanze sie aufgenommen werden. Beide sind flüchtig und können daher aus der Atmosphäre durch die Blätter in das Innere der Pflanzen gelangen; sie werden aber auch vom Wasser in beträchtlicher Menge eingeschluckt und können zweitens auch als wässerige Auflösungen durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen werden. Daß Letzteres in der That geschieht, ist die allgemeine Annahme; ob außerdem noch eine Aufnahme dieser Stoffe auf dem ersten Wege stattfinde, wird u. A. von Schleiden[15]) bezweifelt. Die Versuche von Saussure und Davy, auf welche wir uns schon weiter oben zu einem anderen Zwecke berufen haben, und welche ganz kürzlich von Magnus[16]) mit demselben Erfolg wiederholt worden sind, sprechen gegen Schleiden; indeß bleibt dabei immer noch der Einwand offen, daß auch in diesem Falle Kohlensäure und Ammoniak, nachdem sie sich in Gasform aus dem Dünger entwickelt und mit der Luft unter der Glasglocke vermischt haben, zuvörderst von dem

---

15) Encyclopädie ꝛc. III., 134.

16) „Ueber die Ernährung der Pflanzen" in Lengerke's Annalen d. Landw. ꝛc. Bd. XVIII., S. 19 u. f.

Wasser, mit welchem die Pflanzen begossen wurden, eingeschluckt und mit diesem von den Wurzeln aufgenommen worden seien. Die genannten Experimentatoren haben bei Anstellung ihrer Versuche eine andere Frage im Auge gehabt, es ist ihnen daher auch kein Vorwurf in dieser Beziehung zu machen; soll aber der so eben angedeutete Einwand abgeschnitten werden, so müßte der Versuch dahin abgeändert werden, daß nicht nur der angewendete Dünger sondern auch die die Blätter umgebende Luft von dem Boden, in welchem die Pflanze wurzelt, vollkommen abgeschlossen würde. Ein solcher Versuch liegt wenigstens in Betreff der Kohlensäure wirklich vor; er ist im J. 1840 von Boussingault [17]) in folgender Weise angestellt worden. Eine mit 20 Blättern versehene Weinrebe wurde, ohne sie von dem in dem Boden wurzelnden Stock zu trennen, in einen 15 Liter haltenden Glasballon gesteckt und die Einführungstelle mittels Kautschuks luftdicht verschlossen; der Ballon hatte noch zwei Oeffnungen; durch die eine strömte die äußere atmosphärische Luft ein, durch die andere wieder aus und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß in Zeit von einer Stunde eine vollständige Erneuerung der Luft in dem Ballon erfolgen mußte. Die chemische Untersuchung der Luft vor und nach ihrem Durchgang durch den Ballon lehrte, daß dieselbe $\frac{5}{9}$ bis $\frac{3}{4}$ ihres Gehaltes an Kohlensäure verloren hatte. Dieser Verlust konnte offenbar nur von einer Aufnahme der Kohlensäure durch die Blätter herrühren.

Der wichtigste Theil des Liebig'schen Systems betrifft die Rolle, welche er den Aschenbestandtheilen — in

17) Die Landwirthschaft in ihren Beziehungen zur Chemie, Physik und Meteorologie, deutsch von Dr. N. Graeger; Halle, 1844; Bd. I, Seite 45.

der Pflanze, im Boden und Dünger — anweist. Es ist in dieser Beziehung sowohl die Neuheit als die Richtigkeit der von L. aufgestellten Behauptungen zum Theil mit großer Heftigkeit bestritten worden. Was den ersten Punkt anbelangt, so hat man sich nicht begnügt, auf die allerdings vorhandenen Vorarbeiten zurückzugehen, welche wir weiter oben bereits erwähnt haben, sondern hat in der Theorie des berühmten Chemikers sogar nichts weiter als die neu aufgewärmten Rückert'schen Lehren erblicken wollen. Eine unparteiische, nicht ganz oberflächliche Vergleichung der Schriften dieser Männer muß uns jedoch sehr bald überzeugen, daß Liebig ungleich tiefer in seinen Gegenstand eingedrungen ist, als alle seine Vorgänger, und daß er namentlich in den praktischen Folgerungen aus seinen theoretischen Sätzen mitunter nur zu viel Originalität gezeigt hat. Wir finden in allen Zweigen des menschlichen Wissens, wenn wir ihre allmälige Entwickelung rückwärts verfolgen, daß eine Wahrheit, welche einem hervorragenden Geiste zuerst zu klarer Anschauung gelangt und daher als sein Eigenthum in Anspruch genommen wird, fast stets schon früher einmal ahnungsweise ausgesprochen worden ist. Prioritätsstreitigkeiten sind daher so schwer zur Erledigung zu bringen; überdieß sind sie ohne allen praktischen Nutzen und die Untersuchung, was an dem System Liebig's, für welches er in so hohem Grade verstanden hat das allgemeine Interesse zu erregen, Wahres ist, hat für uns eine bei weitem größere Bedeutung.

Die von Wiegmann und Polstorff mit der größten Sorgfalt angestellten Versuche [18]) haben gelehrt, daß der

[18]) Siehe die gekrönte Preisschrift: „Ueber die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen". Braunschweig 1842.

in den Samen enthaltene Vorrath von Aschenbestandtheilen zu einer kümmerlichen Entwickelung der Pflanze zwar ausreicht und diese Entwickelung daher auch durch den absoluten Mangel des Bodens an solchen Aschenbestandtheilen nicht gänzlich unterdrückt wird, daß aber die Pflanze unter diesen Umständen höchstens zur Blüthe, nicht zum Samenansatz gelangt; der auf einer solchen unvollkommenen Stufe der Entwickelung stehen gebliebene Pflanzenkörper enthält — was noch ganz besonders hervorzuheben — durchaus nicht mehr Aschenbestandtheile, als in dem Samen enthalten waren. Der Gegenstand ist von solcher Wichtigkeit, daß wir von einer näheren Beschreibung der Art und Weise, in welcher diese Versuche angestellt wurden, nicht wohl Umgang nehmen können; sie wird gleichzeitig dazu dienen, den praktischen Landwirth zu überzeugen, wie zur Erledigung gewisser wissenschaftlicher Vorfragen gerade die Versuche im Kleinen — in Blumentöpfen — gegen welche er noch sehr eingenommen ist, gar nicht zu entbehren sind, weil nur bei ihnen alle nöthigen Vorsichtsmaaßregeln ausführbar erscheinen. Solche Versuche dürfen denn aber auch lediglich dazu benutzt werden, rein wissenschaftliche Schlüsse aus ihnen zu ziehen und es ist ein großer Fehler, wenn schon hier gewerbliche Fragen, welche dnrchaus Versuche im Großen erheischen, eingemischt werden. Nur dieser Mißbrauch jener ist es, welcher sie in üblen Ruf gebracht hat. Doch zur Sache! Zuvörderst wurde eine Reihe vergleichender Versuche in Quarzsand und in einer künstlichen Ackererde angestellt; bei der Zusammensetzung der letzteren hatte man die von Sprengel ausgeführte Analyse eines anerkannt fruchtbaren Bodens zu Grunde gelegt; den chemisch reinen Quarzsand suchte man sich zu

verschaffen, indem man einen in der Nähe von Braunschweig vorkommenden weißen Sand, welcher nach gewöhnlicher Anschauungsweise schon für rein gegolten haben würde, der Rothglühhitze aussetzte, um alle organischen Reste zu zerstören, und hierauf 16 Stunden lang mit verdünnter Salpeter-Salzsäure digerirte, wodurch man alle löslichen Salze entfernt zu haben glaubte. Mit diesen beiden Bodenarten wurden je 6 Blumentöpfe gefüllt und verschiedene Culturgewächse als Wicken, Gerste, Hafer, Buchweizen, Klee und Taback eingesät. Vor Regen waren die Töpfe vollständig, vor Staub durch Glasfenster und Gaze-Ueberzüge so gut als möglich geschützt. Die Pflanzen wurden während der Dauer des Versuchs, so oft es erforderlich schien, mit destillirtem Wasser begossen. Daß die in dem reinen Quarzsand wurzelnden Gewächse nur ein sehr kümmerliches Gedeihen zeigten und namentlich gar keine Samen ansetzten, wurde bereits erwähnt. Die Pflanzen dagegen in den mit der künstlichen Ackererde gefüllten Töpfen entwickelten sich, wie vorauszusehen war, ganz normal. Jeder einzelne Versuch wurde beendet, sobald die Pflanzen zu welken oder gelb zu werden anfingen; sie wurden dann vorsichtig mit den Wurzeln ausgezogen, mit destillirtem Wasser abgewaschen, getrocknet und eingeäschert. Letzteres geschah auch mit den Samen jeder Pflanzenart, auf welche die Versuche ausgedehnt worden waren. Da nun die angewendeten Samen zuvor genau gewogen worden waren, so ließ sich aus ihrem relativen Gehalt an Aschenbestandtheilen auch die absolute Menge derselben, welche mit dem Samen in den Boden gekommen war, leicht berechnen. Hierbei zeigte sich nun das unerwartete Resultat, daß auch in dem angeblich reinen Quarzsand eine Vermehrung der Aschenbestandtheile stattgefunden hatte; nach

Abzug der in den Samen enthaltenen Mengen ergab sich nämlich für

				Gramm
die im Sand gewachsenen	Wicken	eine Vermehrung	von	0,949
= = = =	Gerste	= =	=	0,600
den = = =	Hafer	= =	=	0,508
= = = =	Buchweizen	=	=	0,210
= = = =	Klee	= =	=	0,824
= = = =	Taback	betrug der Aschengehalt		0,506

von welchem Letzteren wegen der Kleinheit der Samen kein weiterer Abzug gemacht worden ist.

Diese Anomalie würde, wenn sie unaufgeklärt geblieben wäre, der aller wissenschaftlichen Begründung entbehrenden aber trotzdem immer noch ziemlich verbreiteten Meinung, daß der Pflanzen-Organismus die ihn zusammensetzenden Elemente selbst zu erzeugen im Stande sei, nur neue Nahrung gegeben haben. Die endgiltige Entscheidung dieser Frage war ja gerade einer der Hauptzwecke bei Stellung der Preisfrage gewesen; die Preisrichter wünschten daher eine Vervollständigung der Versuche, welcher sich denn auch die genannten Experimentatoren bereitwillig unterzogen. Eine genauere chemische Analyse des angewendeten Sandes zeigte ihnen zunächst, das derselbe keineswegs vollkommen rein gewesen war, sondern in 100 Gewichtstheilen

außer	97,900	Theilen Kieselerde
noch	0,320	Theile Kali
	0,876	= Alaunerde
	0,315	= Eisenoxyd
	0,484	= Kalkerde
	0,009	= Talkerde
	99,904	

enthielt. Daß diese in Form von Silicaten im Sande vorhandenen Körper der Einwirkung der Salpeter-Salzsäure widerstanden hatten und später demungeachtet in die Pflanze eingedrungen waren, mußte sehr auffallend erscheinen, und es blieb nur die Erklärung übrig, daß die obgleich viel schwächere Kohlensäure doch durch die längere Dauer ihrer Einwirkung die Zersetzung der Silicate zur Folge gehabt habe. Indem man den fraglichen Sand mit destillirtem Wasser übergoß und 30 Tage lang einen Strom von kohlensaurem Gase durch das Gefäß gehen ließ, fand man diese Vermuthung in der That bestätigt. Es kam nun darauf an, eine Pflanze unter Umständen wachsen zu lassen, wo jede äußere Quelle, aus der sie weitere Aschenbestandtheile hätte schöpfen können, abgeschnitten sein mußte. Als Bett für die Samen und die sich später entwickelnden Wurzeln wählte man diesmal statt des Sandes ein filziges Gewebe von dem feinsten im Handel vorkommenden Platindraht; da bei den vorhergehenden Versuchen vielleicht auch die töpfernen Gefäße etwas abgegeben haben konnten, wurde ein Platintiegel mit jenem Gewebe angefüllt und 30 Samenkörner von der Gartenkresse (Lepidium sativum) eingelegt. Um endlich auch den atmosphärischen Staub, welcher die Reinheit des Versuchs hätte stören können, vollständiger als früher abzuhalten, wurde über den Tiegel mit der Kresse eine luftdicht schließende Glasglocke gestürzt und dieselbe mit einem künstlichen Gasgemenge aus 21 Raumtheilen Sauerstoff, 78 Theilen Stickstoff und 1 Theile Kohlensäure gefüllt. Um außer dem Bedarf an Aschenbestandtheilen allen übrigen Bedingungen des Pflanzenlebens zu genügen, hätte diesem Gemenge wohl noch ein Minimum Ammoniak hinzugefügt werden sollen; übrigens wurde dasselbe alle 8 Tage erneuert, und soviel destillirtes Wasser als nöthig schien mit-

tels einer Pipette eingebracht. Von jenen 30 Samenkörnern keimten 28, die sich daraus entwickelnden Pflänzchen erreichten eine Höhe von 2—3 Zoll, fingen aber nach 26 Tagen an abzusterben; sie wurden jetzt herausgenommen und lieferten beim Verbrennen 0,0025 Gramm Asche; genau dieselbe Menge erhielt man bei der Einäscherung von 28 Samenkörnern. Streng genommen hätten freilich auch wieder 30 Samenkörner zur Vergleichung gewählt werden müssen, indem die beiden nicht zum Keimen gekommenen Samen ebenfalls etwas von ihren Aschenbestandtheilen abgegeben haben können; die dadurch bedingte Differenz ist aber so gering, daß sie als innerhalb der unvermeidlichen Beobachtungsfehler liegend angenommen und nach den Regeln einer gesunden Logik die angeregte Frage als durch diesen Versuch entschieden angesehen werden muß.

Die umsichtige und gewissenhafte Experimentirkunst Wiegmann's und Polstorff's haben uns um einen wichtigen Schritt weiter gefördert, aber wenn wir sicher gehen wollen, schreiten wir nur langsam vorwärts. Wir wissen jetzt, daß die Pflanzen Aschenbestandtheile im Boden vorfinden müssen, wenn sie zu vollständiger Entwickelung gelangen sollen, wir sind aber nicht im Stande aus dem bisher Angeführten zu schließen, welche Aschenbestandtheile hierzu erfordert werden; bevor auch diese zweite Frage beantwortet ist, können wir von jener Wahrheit durchaus keine praktische Anwendung beim Ackerbau machen. Das am nächsten liegende Auskunftsmittel scheint nun darin zu bestehen, daß wir die auf einem guten Boden gewachsene, vollkommen entwickelte Pflanze einer chemischen Untersuchung auf ihre Aschenbestandtheile unterwerfen und hiernach unsere Düngung einrichten. Dieser Weg ist auch von Liebig eingeschlagen worden; er kann aber, wie

wir sogleich zeigen werden, überhaupt nicht so ohne Weiteres zum Ziele führen und ganz besonders steht er in directem Widerspruche mit einem andern von L. aufgestellten Satze. Derselbe behauptet von der einen Seite, daß die Pflanze wie ein Schwamm sämmtliche im Boden befindlichen löslichen Stoffe ohne alles Wahlvermögen aufnimmt und doch will er aus den aufgenommenen Substanzen Schlüsse auf die Bedürfnisse der Pflanze ziehen! Der berühmte Chemiker sucht sich freilich dadurch zu helfen, daß er eine spätere Ausscheidung des überflüssig Aufgenommenen durch die Wurzeln annimmt; eine solche Wurzelausscheidung, durch welche man namentlich auch die Nothwendigkeit des Fruchtwechsels hat erklären wollen, hat aber einmal experimentell bisher noch nicht nachgewiesen werden können [19]), und a priori sprechen alle Gründe, welche gegen jenes Wahlvermögen der Pflanze angeführt werden können, in noch bei weitem stärkeren Grade gegen diese Wurzelausscheidung. Die Vergleichung der Pflanze mit einem Schwamm war jedenfalls eine übel gewählte; in die offenen Poren eines Schwammes dringen Flüssigkeiten mit den in ihnen gelösten oder auch nur sehr fein darin vertheilten Körpern nach den Gesetzen der Haarröhrchenkraft (Capillarität) ein, während den unverletzten Pflanzenwurzeln alle Oeffnungen fehlen; es können daher nur wirkliche Lösungen in dieselben gelangen und sie müssen dabei die Zellenwand selbst durchdringen, ein Vorgang, welchen man mit dem Namen der Endosmose belegt hat. Die Lehre von der Endosmose ist noch zu

---

[19]) Man vergleiche: Unger, über den Einfluß des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse; S. 142 u. f. Wiegmann und Polstorff, a. a. O. S. 47; H. v. Mohl, Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle, Braunschweig 1851, S. 95.

wenig ausgebildet, als daß sie schon jetzt eine genügende Erklärung von diesen Erscheinungen geben könnte, weshalb wir trotz ihrer theoretischen Wichtigkeit nicht weiter darauf eingehen wollen; dagegen dürfen wir nicht mit Stillschweigen übergehen, wie sowohl die älteren Versuche von Saussure als auch die neueren von Trinchinetti gelehrt haben, daß verschiedene Stoffe in sehr ungleichen Verhältnissen aufgenommen werden; bei den letzteren hat sich auch ganz bestimmt ein abweichendes Verhalten verschiedener Pflanzen gezeigt. Freilich wurden Stoffe, welche wie Kupfervitriol anerkannt schädlich auf den Pflanzenorganismus wirken, gerade in größter Menge aufgesaugt, ein Umstand, welcher als der vorzüglichste, ja wohl als der einzige erhebliche Grund gegen das Wahlvermögen der Pflanzen angeführt worden ist. Wiegmann[20]) ist geneigt, diese Anomalie einer Verletzung der Wurzeln zuzuschreiben und beruft sich auf die langjährigen Versuche Dauberry's, welche das entgegengesetzte Resultat geliefert haben; die verschiedenartigsten Pflanzen nahmen keine Spur von den ihnen dargebotenen Strontiansalzen auf. Wie es sich nun auch hiermit verhalten möge, soviel steht fest: wir sind auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft in keiner Weise berechtigt anzunehmen, daß alle in der Pflanze vorgefundenen Aschenbestandtheile zu ihrer Entwickelung unbedingt nothwendig waren; wir können diese Bestandtheile nur zum Theil als wesentliche ansehen und besitzen kein directes Mittel sie von den zufälligen zu trennen.

Der einzige sichere Weg, um hierüber in's Klare zu

[20]) A. a. O. S. 42.

kommen, ist zuerst von dem Fürsten zu Salm-Horstmar[21]) und später von Magnus[22]) eingeschlagen worden; er besteht darin, daß man für jede Pflanze, deren Bedürfnisse man kennen lernen will, eine Reihe von Versuchen anstellt, bei denen je einer der in Frage kommenden Aschenbestandtheile fehlt. Um den zu prüfenden Pflanzen einen passenden Standort zu bereiten, mußte den löslichen Salzen noch ein bei ihrer Ernährung indifferenter Körper hinzugefügt werden; Salm-Horstmar wählte hierzu Kohle und bei einer nochmaligen Wiederholung der Versuche gepulverten Quarz, Bergkrystall u. s. w. In Bezug auf den Hafer ist derselbe auf diese Weise zu folgenden Resultaten gelangt:

1) Als nothwendige Aschenbestandtheile sind zu betrachten: Kieselsäure, Kali, Kalkerde, Talkerde, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Schwefelsäure. Fehlte einer dieser Körper, so zeigte sich der Wuchs stets mehr oder weniger unterdückt und abnorm; bei mangelnder Kalkerde oder Schwefelsäure kam es nicht einmal zur Halmbildung; bei Mangel an Eisenoxyd fehlte dem Hafer die natürliche grüne Farbe, er erschien bleich wie alle im Dunkeln gewachsenen Pflanzen; das Kali schien durch Natron nicht ersetzt werden zu können.

2) Der Bedarf der Pflanze an Eisensalzen ist jedenfalls nur ein sehr geringer; ein Uebermaaß wird leicht nachtheilig — eine Bemerkung, die auch von vielen der übrigen Aschenbestandtheile gilt und sich namentlich bei den von Magnus angestellten Versuchen aufgedrängt hat — merkwürdig aber ist, daß diese Nachtheile, welche hier in braunen rostartigen

---

[21]) Erdmann's Journal für praktische Chemie, XLVI, 193 und LII., 1.

[22]) v. Lengerke's Annalen der Landw. XVIII, 1.

Flecken auf den Blättern bestehen, bei gleichzeitiger Gegenwart von Mangan wieder verschwanden; insofern kann letzterer Bestandtheil auch im Acker günstig wirken, ohne gerade zu den absolut nothwendigen zu gehören.

3) Durch die oben als nothwendig aufgeführten 7 Körper scheint das Bedürfniß der Haferpflanze an Aschenbetheilen noch nicht vollständig befriedigt zu sein, denn abgesehen von dem zur Deckung des Bedarfs an Stickstoff hinzuzufügenden Ammoniaksalz brachten jene Körper nur in einem von Silicaten nicht ganz freiem Sande, aber nicht in reinem Quarz eine Vegetation von der für die Zwecke des Ackerbaues wünschenswerthen Ueppigkeit hervor, ja es ist in diesem nicht einmal zu einer normalen Fruchtbildung gekommen. Es scheint daher noch eine von dem Sand wenn auch in nur sehr geringer Menge gelieferte Substanz zur normalen Entwickelung der Haferpflanze nothwendig zu sein.

4) Von dem Chlor ist es durch diese Versuche noch nicht entschieden, ob es zu den nothwendigen Aschenbestandtheilen gehört.

5) Thonerde begünstigte augenscheinlich das Wachsthum des Hafers ohne selbst in die Pflanze überzugehen.

In Bezug auf einige andere interessante Beobachtungen, welche hierbei noch gemacht wurden, müssen wir aus Mangel an Raum den geehrten Leser wohl auf die angeführte Quelle selbst verweisen. Derselbe wird jedoch schon aus dem Vorstehenden beurtheilen können, von welcher Bedeutung nach dieser Methode angestellte Versuche für den Landwirth sind; wir müssen es daher mit großem Dank anerkennen, wenn sich Männer wie Magnus dieser Mühwaltung unterziehen.

Wenn hiernach im Allgemeinen die Nothwendigkeit der Aschenbestandtheile feststeht, und auch bereits ein Anfang ge-

macht ist, die Bedürfnisse der einzelnen Culturgewächse in dieser Beziehung zu ermitteln, so wissen wir bis jetzt doch noch äußerst wenig über die Rolle, welche die Aschenbestandtheile bei dem Wachsthum der Pflanze, der Entwickelung ihrer einzelnen Organe und der Bildung der darin abgelagerten Stoffe spielen. Liebig glaubt [23]), daß die Entstehung von Zucker, Stärkemehl u. a. sogenannten Kohlenhydraten durch die Gegenwart von Alkalien und alkalischen Basen bedingt werde, während die Bildung der stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile, auf denen die Tauglichkeit der Vegetation zur Ernährung von Menschen und Thieren wesentlich beruht, auf das Engste an das Vorhandensein phosphorsaurer Salze geknüpft sei [24]). Zum Beleg der letzteren Behauptung stellt Boussingault [25]) diejenigen Mengen von Phosphorsäure zusammen, welche in den Aequivalenten verschiedener Futtermittel enthalten sind. Die von ihm zur Vergleichung benutzten Aequivalente sind theoretische d. h. sie sind geradezu aus dem Stickstoffgehalt berechnet und weichen daher mitunter von den gewöhnlichen Annahmen der Landwirthe beträchtlich ab — eine Anomalie, auf die wir in einem späteren Abschnitte noch einmal zurückkommen werden; für den vorliegenden Zweck, wo es darauf ankommt, den Zusammenhang zwischen dem Stickstoffgehalt und den phosphorsauren Salzen nachzuweisen, können wir der Natur der Sache nach nur von den theoretischen Aequi-

---

[23]) Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur ꝛc. Seite 186 u. f.

[24]) A. a. O. Seite 192.

[25]) Die Landwirthschaft in ihren Beziehungen zur Chemie ꝛc. II, 309.

valenten Gebrauch machen. Die unter diesen Voraussetzungen von Boussingault gefundenen Zahlen sind nun folgende:

	Aequivalent.	Phosphorsäure.
Heu	100	0,34
Kartoffeln	320	0,35
Runkelrüben	548	0,28
Stoppelrüben	885	0,31
Topinambur	273	0,37
Kleeheu	75	0,34
Weizenstroh	235	0,37
Haferstroh	380	0,40
Hafer, Körner	68	0,32
Mais =	70	0,38
Weizen =	43	0,41
Erbsen =	25	0,23
Schminkbohnen	27	0,25
weiße Bohnen	23	0,24

Wir sehen hieraus, daß allerdings der Gehalt verschiedener Futtermittel an Phosphorsäure dem an Stickstoff nahezu proportional ist; die Uebereinstimmung ist so groß, daß sie kaum für zufällig gehalten werden kann. Ist die Vermuthung Liebigs richtig, so würde weiter daraus folgen, daß es zur reichlichen Bildung der stickstoffhaltigen Bestandtheile nicht genügt, wenn wir der Pflanze Ammoniak zuführen, sondern es müssen auch noch phosphorsaure Salze hinzukommen. Wenn wir es nun mit Boussingault als die Hauptaufgabe des Landwirthes ansehen, so viel als möglich von diesen stickstoffhaltigen Körpern zu erzeugen, so würden wir in der gleichzeitigen Anwendung von Ammoniak- und phosphorsauren Salzen ein Mittel besitzen, sowohl den relativen Stickstoffgehalt der Pflanze, als den absoluten der

gesammten Ernte zu vermehren. Sind nun gleichzeitig die übrigen Bedingungen zu einer üppigen Vegetation überhaupt und namentlich zur Bildung der stickstofffreien Pflanzenbestandtheile vorhanden, so werden wir im Ganzen eine größere Masse und in derselben auch eine größere Menge Stickstoff ernten, ohne daß der relative — in Procenten ausgedrückte — Gehalt an letzterem zuzunehmen braucht. Umgekehrt kann bei einer kümmerlichen Vegetation doch der relative Stickstoffgehalt größer als gewöhnlich sein; er wird aber dann lediglich durch die Verminderung der ganzen geernteten Masse zuwegegebracht. In diesen Andeutungen liegt vielleicht die ungezwungenste Erklärung der Erscheinung, daß durch Anwendung stickstoffhaltigen Düngers der (relative) Stickstoffgehalt der Ernten bald vergrößert, bald geradezu vermindert wird [26]. Die bekannten Versuche von Hermbstädt hatten eine namentlich bei dem Weizen sehr auffallende Vermehrung der stickstoffhaltigen Proteïnverbindungen durch eine entsprechende Düngung gezeigt. Neuere Untersuchungen haben jedoch mehrfach zu entgegengesetzten Resultaten geführt, welche man in der citirten Abhandlung von John zusammengestellt findet.

Man hat in neuerer Zeit viel darüber gestritten, ob der Humusextract, der in Wasser lösliche Theil der humusartigen Körper im Boden von den Pflanzenwurzeln direct aufgenommen werde oder nicht. Es ist nicht ganz leicht, die Ansichten Liebig's hierüber in der Kürze wiederzugeben. Was soll man dazu sagen, wenn derselbe auf der einen Seite behauptet, die Pflanze sauge ohne Wahl

---

[26]) Siehe: Dr. E. John „über den Einfluß, den der Stickstoff des Düngers auf den Proteïngehalt des Düngers ausübt" in Sprengels allgem. landw. Monatschrift, Bd. XXIX. Seite 133 u. f.

alle ihr dargebotenen Lösungen auf, auf der andern Seite die Aufnahme des Humusextractes leugnet; wenn derselbe der Humussäure und ihren Salzen die Fähigkeit sich in Wasser zu lösen gänzlich abspricht und auf derselben Seite[27]) sagt, daß sie bei ihrer Lösung in Wasser dasselbe braun färbt? Die schließliche Meinung Liebig's, soweit sich eine solche überhaupt aus seinen einzelnen widersprechenden Behauptungen entnehmen läßt, scheint wie gesagt zu sein, daß der Humusextract nicht als solcher in die Pflanze übergeht, sondern die organischen Stoffe im Boden erst bei ihrer Verwesung durch Bildung von Kohlensäure und durch ihre Aschenbestandtheile den Pflanzen nützen.

Am gründlichsten sind die Körper, welche wir bisher unter dem Namen „Humus" zusammengefaßt haben, von Mulder[28]) untersucht worden. Er unterscheidet: Quellsäure, Quellsatzsäure, Geïnsäure, Humussäure, Ulminsäure, Humin und Ulmin. Die ersten fünf dieser Körper verhalten sich, wie schon der Name andeutet, als Säuren und verbinden sich als solche mit Ammoniak und den fixen Alkalien zu in Wasser löslichen Salzen; Humin und Ulmin sind in Wasser und Alkalien an sich unlöslich, können jedoch unter geeigneten Umständen in die entsprechenden Säuren verwandelt werden. Die Salze jener Säuren werden von Mulder für eine fertige Nahrung gehalten, welche ohne vorher eine weitere Veränderung zu erleiden, in den Pflanzenkörper übergeht. Boussingault läßt[29]) die Frage offen, ob die Kohlensäure der Atmosphäre, welche jeden-

---

[27]) A. a. O. Seite 125.
[28]) Versuch einer physiologischen Chemie, Seite 152.
[29]) Die Landwirthschaft ꝛc. II, 2.

falls für die hauptsächlichste Quelle des Kohlenstoffs in den Pflanzen angesehen werden müsse, auch die einzige sei, oder ob gewisse kohlenstoffhaltige Gebilde des organischen Düngers direct von der Pflanze assimilirt werden; das Letztere ist ihm nicht unwahrscheinlich, während Petzholdt und Schleiden die Ansicht Liebig's theilen; Autoritäten können hier aber keinenfalls entscheiden, weshalb es überflüssig wäre noch mehre anzuführen. Wirkliche Versuche sind in neuerer Zeit hierüber angestellt worden von Hartig, Saussure, Mulder, Wiegmann und Polstorff und zuletzt von Soubeiran. Nur bei einigen derselben hat eine directe Bestimmung der verschwundenen, muthmaaßlich von den Pflanzen aufgenommenen Humusmenge stattgefunden; das mehr oder weniger üppige Gedeihen der Pflanzen, so wie die Farbeveränderung der Humuslösungen, in welchen erstere vegetirten, sind aber offenbar viel zu zweideutige Merkmale, als daß sichere Schlüsse in Bezug auf unsere Frage daraus gezogen werden könnten. Die von Saussure gefundene Verminderung des Humus war so gering, daß sie, wie Liebig sehr richtig bemerkt, in die Grenzen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler fällt. Hierzu kommt noch, daß auch der Gehalt einer Humuslösung, in welcher gar keine Pflanze vegetirt, wenn sie eine Zeitlang in einem offenen Gefäße hingestellt wird, sich vermindert, indem eine allmälige Zersetzung des Humus stattfindet. Wiegmann und Polstorff, deren Versuche noch das bestimmteste Resultat geliefert haben, verfuhren dabei in folgender Weise. Ein Glascylinder wurde mit einer Humuslösung, in welcher auf 100 Gramm derselben 148 Milligramm Humus kamen, gefüllt und zwei etwa 8 Zoll hohe Pflanzen von Mentha undulata und Polygonum Persicaria eingesetzt, welche einen Monat lang

4*

in der Lösung freudig fortwuchsen; alle 3 Tage wurde destillirtes Wasser nachgegossen. Nach Verlauf dieser Zeit lieferten 100 Gramm der Lösung, in welcher die genannten Pflanzen gewachsen waren, zur Trockne abgedampft nur noch 132 Milligramm festen Rückstand; 100 Gramm derselben Lösung einen Monat lang ohne Berührung mit Pflanzenwurzeln der atmosphärischen Luft ausgesetzt, zeigten 136 Milligramm fester Substanz. Von dem ganzen Verlust an 16 Milligramm könnten also höchstens 4 einer directen Aufnahme zugeschrieben werden.[30])

Man sollte meinen, es könnte nach solchen Resultaten Niemand mehr darüber in Zweifel sein, daß die Ansicht der älteren Schule über die Rolle des Humusextractes bei der Ernährung der Pflanzen auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft nicht mehr haltbar sei. Demungeachtet hat sich noch ganz kürzlich die Central-Ackerbau-Gesellschaft des Departements der untern Seine veranlaßt gesehen, folgende Fragen zum Gegenstand einer Preisaufgabe zu machen:

„Sind die Kohlensäure, die Luft, das Wasser, das Ammoniak und die anorganischen oder mineralischen Substanzen die einzigen Körper, die zur Entwickelung der Pflanzen beitragen?"

„Ueben die organischen Bestandtheile der Dammerde und des Düngers nur dadurch einen günstigen Einfluß auf die Pflanzen aus, daß sie durch ihre freiwillige und langsame Zersetzung Kohlensäure und Ammoniak liefern?"

---

[30]) Ausführlicheres über alle diese Versuche (mit Ausnahme der neuesten von Soubeiran) findet man in E. Wolff's chemischen Forschungen auf dem Gebiete der Agricultur und Pflanzenphysiologie." Seite 184—208.

„Es ist die Aufgabe gestellt, die chemische Geschichte des Humus oder der Dammerde zu erörtern und besonders zu prüfen, ob die Substanz die man Ulminsäure nennt, wesentlich bei dem Ernährungsacte der Pflanzen mitwirkt. Es ist genau die Rolle des Humus zu bestimmen und der Antheil der mineralischen und der organischen Substanzen zu untersuchen, die sich in dem Humus finden."

„Es ist endlich auf experimentellem Wege zu untersuchen, ob, wie Theodor von Saussure den Ansichten mehrerer Chemiker und Physiologen entgegen annimmt, der lösliche Extract der Dammerde unverändert mit dem Wasser in die absorbirenden Gefäße der Pflanze übergeht."

Soubeiran, dessen Abhandlung [31]) den Preis davon getragen hat, gesteht selbst, daß zu einer vollständigen Lösung der gestellten Fragen der Termin zu kurz gewesen sei, doch glaubt er aus seinen zu diesem Behufe angestellten Untersuchungen u. A. folgende Schlüsse ziehen zu können:

Der Humus ist in Wasser kaum, in Verbindung mit Kalk sehr schwer löslich; das hauptsächlichste Agens seiner Lösung ist aber das kohlensaure Ammoniak, welches ebensowohl auf den freien Humus als auf die Kalkverbindung einwirken kann. Der so löslich gewordene Humus wird von den Wurzeln der Pflanzen absorbirt und dient letzteren als directes Nahrungsmittel.

Da es in einer guten Ackererde neueren Untersuchungen zufolge [32]) niemals an Ammoniak fehlt, so wäre auf obige

---

[31]) Erdmanns Journal für prakt. Chemie, L, 291—305 und 415—430.

[32]) Siehe die Abhandlung von Dr. Krocker in Wöhler und Liebig's Annalen der Chemie, Juniheft 1846.

Weise der aus der geringen Löslichkeit des humussauren Kalkes hergeleitete Beweis Liebig's gegen die ältere Theorie allerdings beseitigt; Soubeiran's Beweis für die directe Aufnahme des Humusextractes aber steht auf sehr schwachen Füßen und scheint mir gegen die mit deutscher Gründlichkeit von Wiegmann und Polstorff angestellten Versuche durchaus nicht stichhaltig; er schließt nämlich lediglich daraus, daß die Farbe einer Lösung von humussaurem Ammoniak, in welche die Wurzeln einer lebenden Pflanze (Lapsana communis) tauchten, allmälig eine schwächere Nuance bekam, auf die Absorption des humussauren Ammoniak's; auch fehlt der Gegenversuch mit der Lösung ohne Pflanze. Außerdem enthält die Soubeiran'sche Abhandlung beachtenswerthe Bemerkungen über die verschiedenen Formen, in welchen der Stickstoffgehalt des Düngers auftreten kann, nämlich als Stickstoff der unzersetzten organischen Substanz, als lösliches Ammoniaksalz und drittens als phosphorsaure Ammoniak-Talkerde; letztere Verbindung ist nur schwer löslich, und daher diese Form als besonders günstig für die Nachhaltigkeit des Düngers zu betrachten, was jedoch mehr in den folgenden Abschnitt als hierher gehört.

Noch haben wir des Liebig'schen Patentdüngers zu gedenken als eines zwar verunglückten Versuches, die neue Lehre sofort für das praktische Leben auszunutzen, eines Versuches aber, welcher einen wesentlichen Theil der Geschichte dieser Lehre ausmacht. Aus diesem Grunde schien es uns angemessen, den Gegenstand schon in diesem theoretischen Theile zur Sprache zu bringen.

Indem Liebig von der Voraussetzung ausging, daß es bei der Düngung lediglich darauf ankomme, unsere Culturgewächse mit den nöthigen Aschenbestandtheilen zu versorgen,

stieß er zunächst auf die Schwierigkeit, daß die hierbei in Frage kommenden Salze theils eine zu große, theils eine zu geringe Löslichkeit besitzen. Das Erstere ist mit einem doppelten Nachtheil verbunden; die Pflanzen erhalten nämlich dadurch leicht eine allzu concentrirte Nahrung, welche ihnen geradezu schadet; zweitens verschwinden die leicht löslichen Salze durch Wasserauslaugung größtentheils wieder aus der Ackerkrume, ehe die darin wurzelnden Pflanzen Zeit haben, sich dieselben anzueignen. Umgekehrt wird durch eine zu geringe Löslichkeit der Salze ihre Wirkung beeinträchtigt und jedenfalls verzögert. Zu den schwerlöslichen Salzen gehören namentlich die der alkalischen Erden, und zu den leichtlöslichen diejenigen, welche ein Alkali zur Basis haben; Liebig glaubte nun in der Darstellung gewisser Doppelsalze mit beiderlei Basen und von einem mittleren Grade der Löslichkeit das Auskunftsmittel gefunden zu haben, um die angedeuteten Uebelstände zu beseitigen. Man erzählt sich, Liebig habe ein solches von ihm später zur Bereitung seines künstlichen Düngers benutztes Doppelsalz zuerst in der Cigarrenasche entdeckt, indem beim Rauchen einer Cigarre zufällig etwas von der Asche auf ein feuchtes Reagenzpapier fiel und wider Erwarten keine alkalische Reaction hervorbrachte. Die übrigen Bestandtheile des Liebig'schen Patentdüngers waren phosphorsaure Ammoniak-Talkerde, Gyps, kieselsaures Kali, welches jedoch für Wurzel- und Knollengewächse wegfällt; für Hülsenfrüchte fügte er noch etwas Kochsalz hinzu, und zu dem Dünger für Cerealien aus theoretischen Gründen einen Theil Knochenerde, während — beiläufig gesagt — die neuere Praxis der Engländer dieses Dungmittel im Gegentheil für Wurzelgewächse besonders be-

währt gefunden hat.[33]) Der berühmte Chemiker löste in England ein Patent, verband sich mit einem Fabrikanten Namens Muspratt in Liverpool, welcher die Bereitung des Patentdüngers nach des Ersteren Vorschriften übernahm, und kündigte in einem besonderen Sendschreiben an die dortigen Landwirthe diesen seine neue Erfindung an.[34]) Bald darauf wurde auch in Kassel eine solche Düngerfabrik errichtet. Liebig kann sich gewiß nicht beklagen, daß er nicht die gehörige Beachtung gefunden habe; namentlich in England und Sachsen wurde die Sache mit dem größten Eifer aufgegriffen, aber nirgends hat sein Patentdünger einen dem Kostenaufwand nur einigermaßen entsprechenden Erfolg gehabt, ja in vielen Fällen hat er nicht die geringste Wirkung hervorgebracht. So erhielt der durch seine großartigen Versuche bekannte John Benett Lawes zu Rothamsted[35])

auf ungedüngtem Lande	$17\frac{15}{16}$	Bushel	Weizenkörner u.	1513	Pfd. Stroh,
nach 4 Centner Patentdünger	$20\frac{6}{16}$	=	=	= 1676	= =
wurden jedoch zu letzterem noch 1 Cent-					

[33]) Speciellere Angaben über die Zusammensetzung des Liebig'schen Patentdüngers für verschiedene Früchte findet man in Dingler's polytechnischem Journal, zweites Decemberheft 1845.

[34]) An address to the agriculturists of Great Britain explaining the principles and use of his artificial manure, by Professor J. Liebig; Liverpool 1845. Auch deutsch unter dem Titel: Der neuerfundene Patentdünger des Professor Dr. J. Liebig in Gießen; aus dem Englischen von Dr. A. Petzholdt; Dresden und Leipzig 1846.

[35]) Siehe: Journal of the royal agricultural society of England, vol. VIII, part I, page 244.

ner gesäuerte Knochen und 1 Ctr. Salmiak hinzugefügt, so stieg der Ertrag auf $29\frac{3}{16}$ Bushel Weizenkörner u. 2571 Pfd. Stroh.[36]) Außerdem wurde von Lawes noch ein für oder vielmehr gegen die Liebig'sche Theorie entscheidender Versuch angestellt; es wurden nämlich 28 Tonnen Hofmist in zwei Hälften getheilt, die eine unmittelbar auf's Feld gefahren, die zweite verbrannt und mit der Asche die gleiche Fläche (1 englischer Acker) gedüngt, wobei

der Hofmist	22	Bushel Körner	und	1476	Pfd. Stroh,
die Asche davon	16	=	=	1104	= =

lieferte[37])

Der Landes-Oekonomie-Rath Koppe erntete bei einem im Jahre 1846 zu Beesdau angestellten Versuche nach Anwendung des Liebig'schen Düngers sogar weniger Hafer und Kartoffeln als auf dem ungedüngten Lande.[38]) Von dem Directorium des landwirthschaftlichen Hauptvereins im Königreich Sachsen wurden 17 verschiedene Landwirthe ver-

---

[36]) Um die von einem englischen Acker geernteten Bushel auf Berliner Scheffel vom Magdeburger Morgen zu reduciren, dient der Factor 0,42 und zur Reduction der englischen Pfunde pro Acre auf preußische Pfunde pro Morgen der Factor 0,61. Der Centner Patentdünger für Weizen kostete 10 Schilling, also 4 Centner 2 Pfund Sterling oder etwa 13 Thaler 20 Silbergroschen, womit ein Mehrbetrag von $2\frac{7}{16}$ Bushel oder etwas über 1 Scheffel $9\frac{3}{4}$ Metzen Berliner Maaß erzielt wurde.

[37]) A. a. O. Seite 243.

[38]) Annalen d. Landw. XII, 32.

anlaßt, in demselben Jahre Versuche mit dem fraglichen Patentdünger, theils von Liverpool theils von Kassel bezogen, auszuführen. Nur ein einziger der hierauf eingegangenen Berichte [39]) stellt die Wirkung des Mineraldüngers der einer gewöhnlichen Mistdüngung gleich; alle übrigen Experimentatoren hatten entweder gar keinen Erfolg wahrgenommen oder doch nur unbedeutende Mehrerträge erhalten. Geheime Hofrath Schulze erhielt bei seinen Versuchen mit Liebig'schem Dünger von Kassel durchgängig negative Resultate. [40])

Wir müssen es rühmend anerkennen, daß Liebig die Selbstüberwindung gehabt, nach solchen Thatsachen einzugestehen, wie er sich in mehren wesentlichen Punkten geirrt habe. Dieses Bekenntniß hat er abgelegt in einem Artikel, welcher den Titel führt: „Bemerkungen über Versuche hinsichtlich der Pflanzenernährung und Düngung" und in der Agronomischen Zeitung [41]) zu finden ist. Er hält darin von seinen früheren Behauptungen fest „daß die Pflanzen im wilden Zustande ihren Kohlenstoff und Stickstoff aus der Atmosphäre empfangen;" „daß ohne die Mitwirkung ihrer Aschenbestandtheile die Pflanzen nicht gedeihen." Dagegen räumt er ein, nicht nur, daß der gewöhnliche Stallmist eine bei weitem passendere Form sei, unter welcher jene Aschenbestandtheile den Pflanzen dargeboten werden können, als sein Patentdünger, sondern auch, daß die sich aus ersterem entwickelnden gasförmigen Körper we-

---

[39]) Siehe die von dem genannten Hauptverein herausgegebene „landwirthschaftliche Zeitschrift" Jahrgang 1847, Seite 22 — 27.

[40]) Thaer oder Liebig? Versuch einer wissenschaftlichen Prüfung ꝛc. von F. G. Schulze, Jena 1846, Seite 163.

[41]) Band II. Nr. 19.

sentlich zu seiner Wirkung beitragen. Da somit ein lange und heftig geführter Streit über eine Lebensfrage des Ackerbaues zu einem gewissen Abschluß gekommen ist, kann ich nicht umhin, die hauptsächlichsten Stellen mit Liebig's eigenen Worten hierher zu setzen. Er sagt: „Mehl, Butter, Eier u. s. w. sind Nahrungsmittel, aber die Form, in welcher sie genossen werden, ist für den Effect nicht gleichgiltig; in einer gewissen Weise zubereitet, erhalten sie die Gesundheit des Individuums, in anderer Weise sind sie völlig unverdaulich, sie können Krankheit und den Tod bewirken. Von diesem Mangel an Verdaulichkeit schließt in letzteren Fällen Niemand auf eine Untauglichkeit zur Ernährung, eben weil wir den Grund ihrer Schädlichkeit oder geringeren Wirksamkeit für diese Fälle kennen. In dieser Weise verhält es sich mit der sogenannten Mineraldüngung. Wenn das Princip, von dem aus ihre Anwendung entsprungen ist, als eine Wahrheit gilt, so geht aus den bis dahin angestellten Versuchen hervor, daß man die Form, in welcher sie ein Maximum von Wirkung äußere, noch nicht gefunden hat..... Das Material ist gut, aber unsere Zubereitung ist verwerflich.“ Ferner: „Es ist vollkommen gewiß, daß je mehr wir in der Zubereitung der künstlichen Dünger uns der Form nähern, in welcher ihre Bestandtheile in den thierischen Excrementen enthalten sind, desto wirksamer diese Stoffe sein müssen. Ein durch Schmelzung bereitetes Silicat kann seinem Zustande nach mit dem im verrotteten Stroh enthaltenen nicht verglichen werden.“ In Bezug auf den zweiten Punkt heißt es: „Was nun im Besonderen die Nothwendigkeit der organischen Stoffe als Bestandtheile des Düngers betrifft, so ist wohl von vornherein kein Zweifel, daß die Wirksamkeit der

Mineralbestandtheile dadurch erhöht werden muß. Durch ihre Verwesung entstehen Ammoniak und Kohlensäure, zwei Verbindungen, welche den Pflanzen unentbehrlich sind.... Ich habe mich durch eine Reihe von Versuchen mit einem an sich höchst unfruchtbaren Boden, welcher keine bestimmbaren Spuren organischer Stoffe enthält, überzeugt, daß die Wirksamkeit des Mineraldüngers schon durch Hinzufügung kleiner Mengen von Sägespänen und anderen organischen Stoffen in auffallendem Grade erhöht, um das Doppelte und Dreifache gesteigert wird..... Ich habe gefunden, daß die Wirksamkeit des thierischen Düngers, welcher organische Stoffe in ungleich größerem Verhältnisse als Mineralbestandtheile enthält, durch Zusatz von Mineraldünger in einem ganz ähnlichen Verhältnisse gesteigert wird, daß der Ertrag auch in diesem Falle um das Doppelte und Dreifache zunimmt. Ich glaube, daß diese Thatsachen zu einer Vermittelung der beiden Extreme führen werden."

Zweiter Abschnitt.

Düngerwesen.

In allen Ländern von alter Cultur, wo es keinen jungfräulichen Boden mehr aufzubrechen giebt, und wo nicht — wie in dem ägyptischen Nilthal — ganz besondere Umstände die künstliche Düngung entbehrlich machen, ist man schon lange gewohnt, diese als den vorzüglichsten Hebel, als die erste Bedingung des Ackerbaues anzusehen, doch ist man selbst von Seiten der Praktiker weit entfernt, zu glauben, daß die bisherigen Erfahrungen, so alt sie auch sind, bereits auf diejenigen Verfahrungsweisen bei der Düngung geführt haben, welche unter den gegebenen örtlichen und zeitlichen Verhältnissen als die vollkommensten gelten müssen und daher vor der Hand keiner weiteren Verbesserungen fähig seien; im Gegentheil sind noch in neuester Zeit eine kaum zu übersehende Anzahl hierauf bezüglicher Verbesserungsvorschläge aufgetaucht. Einige dabei vorgekommene Mißgriffe, zu welchen man sich durch irrige oder doch zu unbeschränkt ausgesprochene theoretische Ansichten hat verleiten lassen, sind schon in dem vorhergehenden Abschnitt beleuchtet worden; vor ähnlichen Mißgriffen ist aber auch der reine Empiriker ohne die richtigen leitenden Gesichtspunkte keineswegs sicher. Derselbe ist noch vielfältig in dem Irrthum befangen, daß ein

einzelner Stoff oder eine bestimmte Mischung von wenigen Ingredienzien, oder ein sogenanntes Reizmittel im Stande sei, auf Boden jeder Art eine Vegetation von bisher nicht gekannter Ueppigkeit hervorzurufen, während es doch feststeht, daß die Bedürfnisse der Pflanzenwelt überhaupt und der Culturgewächse insbesondere sehr verschiedenartige sind, und keines derselben unbefriedigt bleiben darf, wenn wir unsere Erwartungen auf eine reiche Ernte nicht getäuscht sehen sollen; ganz besonders aber ist zu beachten, daß sich der Boden nur dann auf gleicher Stufe der Fruchtbarkeit erhalten kann, wenn er für den Verlust durch die ihm entnommenen Ernten auf die eine oder die andere Weise vollständigen Ersatz erhält. Diesen Ersatz übernimmt allerdings zum Theil die Natur, indem sie den Pflanzen in der Atmosphäre und in den wässerigen Niederschlägen Nahrungsmittel zuführt, so wie andere bereits im Boden vorhandene durch die noch immer fortschreitende Verwitterung aufschließt; für den Rest aber haben wir zu sorgen, und jede Verkürzung dieses Restes muß sich nothwendig durch einen Ausfall in den Ernten strafen. Jener Irrthum macht den Praktiker nur zu geneigt, sich in den Schlingen unwissender oder unredlicher Speculanten fangen zu lassen, und ihnen geheimgehaltene Düngerrecepte, welche im günstigsten Falle immer nur für einen bestimmten Boden passend sein können, für schweres Geld abzukaufen. Es kommt in der That bei der Praxis des Düngerwesens nicht sowohl darauf an, die düngenden Stoffe in gewissen unveränderlichen Verhältnissen und Mischungen anzuwenden, als vielmehr darauf, daß sich der Landwirth 1) mit den Bedürfnissen der von ihm anzubauenden Gewächse, 2) mit der Zusammen-

setzung und den sonstigen Eigenschaften seines Bodens und 3) mit den Bestandtheilen der ihm zu Gebote stehenden Düngemittel vertraut mache; er wird dann 4) sich zu fragen haben, wie er durch geeigneten Wechsel und passende Verbindung dieser Düngemittel jene Bedürfnisse am vollständigsten und wohlfeilsten befriedigen kann, und endlich 5) bei der gleichzeitigen Anwendung der verschiedenen düngenden Stoffe die chemischen Wirkungen, welche sie aufeinander ausüben, wohl beachten müssen; es ist in dieser Beziehung namentlich nothwendig, der Verflüchtigung der Gase vorzubeugen und auf Herstellung des vortheilhaftesten Grades von Löslichkeit hinzuwirken. Wie kann man bei der Manchfaltigkeit der in der Wirklichkeit vorkommenden Verhältnisse glauben, allen diesen Rücksichten durch ein Recept zu genügen?

Praktische Landwirthe sowohl, welche sich nicht gern aus dem gewohnten Geleise bringen lassen, als solche, welche sich in ihren auf die Reformvorschläge der Liebig'schen Schule gesetzten, allzu sanguinischen Hoffnungen getäuscht sahen, sind so weit gegangen, der Chemie allen und jeden Nutzen für die Ausübung ihres Gewerbes abzusprechen; wer aber die landwirthschaftliche Thätigkeit in Deutschland, Belgien, Großbritannien und Frankreich während der letzten Periode irgend beachtet und mit unparteiischen Augen angesehen hat, wird uns zugestehen müssen, daß gerade in der auf chemische Kenntnisse basirten Kunst, von den verschiedenartigsten früher wenig oder gar nicht beachteten Stoffen einen vortheilhaften Gebrauch zur Düngung zu machen, ungeheure Fortschritte sichtbar geworden sind.

Der nächste Zweck und Erfolg der Düngung ist, die Masse der geernteten Früchte zu steigern; obgleich es keinem Zweifel unterliegt, daß jene auch auf die Beschaffenheit der letzteren ihren Einfluß äußert, so hat dieser Einfluß doch im Ganzen bisher nur eine untergeordnete Berücksichtigung erfahren, weil einmal unsere Kenntnisse von dem causalen Zusammenhang zwischen der Düngung und der Qualität der Ernten noch bei weitem unvollständiger sind, als von der Wirkung derselben auf die Quantität, und zweitens, weil in dem gewöhnlichen Verkehr die bessere Qualität noch nicht gehörig durch Gewährung höherer Preise gewürdigt wird. Wir vermeiden aus dem angedeuteten Grunde z. B. die frische Düngung mit Stallmist bei dem Bau der Zuckerrüben, die Pferchdüngung bei der Gerste, welche zum Malzen bestimmt ist; wir wissen, daß vegetabilischer Dünger einen besseren Tabak, Wein erzeugt, als der animalische u. s. w. Diese Wirkungen sind so auffallend, daß sie dem Käufer nicht entgehen und daher auch von dem Erbauer beachtet werden müssen. Die Tauglichkeit des Getreides zur Ernährung von Menschen und Thieren beruht, wie gesagt, hauptsächlich auf seinem Stickstoffgehalt. Um letzteren zu finden, würde eine chemische Analyse nothwendig sein, welche in der Praxis des Getreidehandels natürlich nicht zur Anwendung kommt; eben so wenig läßt die zusammengesetzte Ernährungsweise der Menschen und ihrer Hausthiere den Nähreffect der mit Hilfe verschiedener Düngungsmittel erzeugten Getreidearten deutlich genug hervortreten, um die Aufmerksamkeit des großen Haufens der Consumenten auf diesen Punkt zu lenken. Hierdurch wird es erklärlich, warum sich der Käufer bei Bestimmung des für verschiedene Getreidesorten zu gewährenden Preises mehr durch andere deutlicher in die Augen

fallende, wenn auch weniger entscheidende Merkmale leiten läßt. Lawes giebt [1]) folgende Zusammenstellung des Stickstoffgehaltes mehrer Weizenproben und der von Müllern und Kornhändlern dafür gebotenen Preise, aus welcher deutlich erhellt, daß in der That gar kein Zusammenhang zwischen beiden Größen besteht.

Nr. der Probe.	Jahrgang der Erbauung.	Bemerkungen über den angewendeten Dünger u. s. w.	Stickstoffgehalt in Procenten der Trockensubstanz.	Preis pr. Quarter in Schill.
1.	1844	Gedüngt mit phosphorsaurem Kalk	3,03	84
2.	—	wie Nr. 1 nebst Ammoniaksalzen .	2,65	86
3.	1846	Liebig's Patentdünger	1,81	96
4.	—	wie Nr. 3, außerdem Ammoniaksalze	1,69	92
5.	—	" " " Rapskuchen .	1,89	88
6.	—	" " " Rapskuchen und Ammoniaksalzen	1,88	88
7.	—	Auf erschöpftem Boden, ungedüngt .	1,95	92
8.	—	" " " mit Ammoniaks.	2,01	92
9.	—	" " " " Rapskuchen	1,85	92
10.	—	" " " " Rapskuchen und Ammoniaksalzen	1,93	92
11.	—	Australischer Weizen Nr. 1.	1,93	112
12.	—	" " Nr. 2.	1,94	112
13.	—	" " Nr. 3.	2,38	112

Von dem größten Interesse sind die Resultate, welche sich bei den von demselben angestellten Versuchen in Bezug auf die verschiedenen Bedürfnisse der einzelnen

[1]) Journal of the royal agric. society of England, vol. VIII part I, pag. 235.

Culturgewächse herausgestellt haben. Sie betreffen zunächst zwar nur den Weizen und die Turnips, und es ist wohl nicht ganz statthaft, dieselben so ohne Weiteres auf sämmtliche Getreidearten und beziehentlich Wurzelgewächse auszudehnen, wie der genannte Experimentator geneigt zu sein scheint; es ist damit aber doch die Bahn gebrochen, welche consequent verfolgt zu dem durch das praktische Bedürfniß vorgezeichneten Ziele mit Sicherheit führen muß und schon jetzt auf mehre wichtige Entdeckungen geführt hat. L. hat die Ergebnisse seiner Versuche in zwei Abhandlungen [2]) veröffentlicht, von welchen die erstere außer einigen allgemeinen einleitenden Betrachtungen den Bericht über die Wirkungen verschiedener Düngemittel auf den Weizen enthält, während in der zweiten die von ersteren sehr abweichenden Resultate einer weiteren Reihe von Düngungsversuchen in Bezug auf die Turnips nebst den aus beiden Versuchsreihen zu ziehenden praktischen Folgerungen mitgetheilt werden.

Bei dem Weizen hat die rein mineralische Düngung nur einen äußerst geringen Erfolg gehabt, welcher sich jedoch sofort auf die durch eine gewöhnliche Mistdüngung erzielten Erträge steigerte, wenn die geeignete Quantität von Ammoniaksalzen hinzugefügt wurde. L. erhielt nämlich bei Anwendung folgender Düngemittel die daneben bemerkten Ernten an Körnern und Stroh:

---

[2]) Journal of the royal agric. society, vol. VIII., part I, page 226 — 260 und part II, page 474 — 565.

Nr. des Versuchs.	Düngemittel.	Ertrag an Körnern.	Ertrag an Stroh.
		Bushel.	Pfund.
1.	Ungedüngt	16,75	1120
2.	350 Pfd. saurer phosphorsaurer Kalk; 420 Pfd. phosphorsaure Bittererde . .	16,20	1100
3.	350 " " " " 325 " " Natron . . .	16,75	1172
4.	350 " " " " 375 " " Kali	16,25	1160
5.	560 " " " " 220 " kieselsaures "	16,40	1112
6.	350 " " " " 210 " phosphorsaure Bittererde; 162½ " " Natron . .	16,75	1116
7.	350 " " " " 210 " " Bittererde; 187 " " Kali . .	17,50	1204
8.	350 " " " " 210 " " Bittererde; 275 " kieselsaures Kali . .	17,00	1176
9.	350 " " " " 168 " phosphorsaure Bittererde; 150 " phosphorsaures Kali; 110 " kieselsaures Kali . .	17,80	1240
10.	14 Tonnen Hofmist	22,00	1476
11.	635 Pfd. saurer phosphorsaurer Kalk; 65 Pfd. schwefelsaures Ammoniak . .	21,25	1368
12.	350 " " " " 84 " phosphorsaure Bittererde; 75 " phosphorsaures Natron; 110 " kieselsaures Kali; 65 " schwefelsaures Ammoniak . .	21,25	1480
13.	wie Nr. 12, nur statt des schwefelsauren Ammoniaks 156 Pfd. Rapskuchen . . .	22,75	1768
14.	350 Pfd. saurer phosphorsaurer Kalk; 106 Pfd. phosphorsaure Bittererde; 80 " phosphorsaures Natron; 110 " kieselsaures Kali; 80 " schwefelsaures Ammoniak. . .	26,25	1772

Der Weizen wird von Liebig [3]) im Allgemeinen zu den sogenannten Kieselpflanzen gezählt; außerdem enthalten die Samen desselben eine beträchtliche Menge von phosphorsauren Salzen; von diesen soll eine Weizenernte dem Boden 112,43 Pfund für den Hectare, eine Runkelrübenernte aber nur 37,84 Pfund entziehen. [4]) Man sollte hiernach glauben, daß eine Verbindung von phosphorsauren und kieselsauren Salzen, wie sie bei Nr. 5, 8 und 9 der obigen Versuche in Anwendung gekommen ist, eine für die Weizenpflanze besonders geeignete Düngung abgeben müsse; ein Blick auf die vorstehende Tabelle wird jedoch genügen, uns von dem Gegentheil zu überzeugen. Dagegen haben die Ammoniaksalze auch für sich allein angewendet die günstigste Wirkung gehabt. So lieferte eine Parcelle, welche i. J. 1844 die bei Nr. 5 angegebene Düngung erhalten und darauf an Körnern 16 Bushel, an Stroh 1112 Pfd. gegeben hatte, 1845 nach einer Düngung von $1\frac{1}{2}$ Centner schwefelsaurem und eben so viel salzsaurem Ammoniak $31\frac{3}{4}$ Bushel Körner und 4266 Pfd. Stroh, so wie i. J. 1846 nach einer weiteren Düngung mit 2 Centner schwefelsaurem Ammoniak über 27 Bushel Körner nebst 2244 Pfd. Stroh. Die letzteren beiden Erträge sind noch beträchtlich höher als die nach einer gewöhnlichen Mistdüngung. Lawes schließt hieraus, daß der Kohlenstoffgehalt des Hofmistes keinen wesentlichen Antheil an seiner Wirkung habe, und daß es bei der Düngung zu Weizen und Halmfrüchten überhaupt vorzüglich,

---

[3]) Die Chemie ꝛc., Seite 203.

[4]) Boussingault (die Landwirthschaft ꝛc. II. 220) giebt den Verlust an Phosphorsäure durch eine Ernte von Runkelrüben auf 12,0 Kilogramme, von Stoppelrüben auf 3,3 und von Weizen auf 18,9 Kilogramme für dieselbe Fläche an.

wenn nicht ausschließlich darauf ankomme, dieselben mit der geeigneten Menge von Ammoniak zu versehen. Aus den stickstoffhaltigen Oelkuchen wird sich ebenfalls Ammoniak entwickelt haben; das Resultat des Versuches Nr. 13 steht daher mit dieser Ansicht keineswegs im Widerspruch; da im Uebrigen die weiter oben erwähnten Beobachtungen von Kuhlmann an verschiedenen Wiesengräsern zu demselben Ergebniß geführt haben, so scheint auch der Schluß von dem Weizen auf ein analoges Verhalten der übrigen Getreidearten, welche ebenfalls zu der natürlichen Familie der Gräser gehören, einigermaßen gerechtfertigt. Wenn aber Lawes von den Halmfrüchten behauptet, daß sie zu ihrem Gedeihen mehr Stickstoff in der Düngung erfordern, als sie in der Ernte zurückgeben, so geht er offenbar zu weit. Nach den von Boussingault über sechs verschiedene Fruchtfolgen angestellten Berechnungen ist der (absolute) Stickstoffgehalt der Ernten stets größer als der in dem Dünger enthaltene, es sinkt aber allerdings dieser Ueberschuß bei der Dreifelderwirthschaft, wo nur Halmfrüchte gebaut werden, auf ein Minimum herab. Lawes scheint zu obiger Behauptung dadurch gekommen zu sein, daß er nicht den Stickstoffgehalt der gesammten Ernte, sondern nur desjenigen Theiles in Rechnung zieht, welcher mehr als auf dem ungedüngten Lande erbaut worden ist. Den Ertrag des letzteren nennt er den natürlichen Ertrag, und stellt die empirische Regel auf, daß 5 Pfd. Ammoniak erforderlich seien, um den wirklichen Ertrag um je ein Bushel über jenen natürlichen zu steigern. Nun entsprechen aber einem preußischen Scheffel vom Morgen ohngefähr 2,4 Bushel vom englischen Acker; es würden also der Regel von Lawes zufolge 2,4.5 = 12 Pfd. Ammoniak für jeden Scheffel

Weizen erforderlich sein, um welchen wir den Ertrag des Morgens steigern wollen. Diese Berechnung gründet sich auf eine einseitige Ansicht, deren Ungenauigkeit von Lawes selbst schwerlich verkannt wird; sie darf daher nur mit Vorsicht angewendet werden, innerhalb der gehörigen Grenzen ist sie aber wohl im Stande, zu einem Anhaltspunkt für die Praxis zu dienen. Auf den Umstand, daß bei der alleinigen Düngung mit Ammoniaksalzen schon i. J. 1846 ein scheinbarer Rückschlag gegen die vorhergehende Ernte erfolgt ist, können wir um deswillen keinen Werth legen, weil der Durchschnittsertrag des Jahres 1845 überhaupt höher ausgefallen ist, als der des Jahres 1846, was in Witterungseinflüssen seinen Grund hatte; ein hiervon unabhängiger Rückschlag würde jedoch jedenfalls eintreten, wenn wir fortwährend nur mit Ammoniaksalzen düngen wollten, indem auf diese Weise endlich ein Mangel an den nöthigen Aschenbestandtheilen entstehen müßte, welche insofern einen directen Gegensatz zu den sogenannten organischen Elementen der Pflanze (Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff) bilden, als sie stets in geringerer Menge von der Ernte wiedererstattet werden, als sie der zu ihrer Erzeugung nöthige Dünger erhielt. Insoweit dieser Verlust nicht durch die natürliche Verwitterung des Bodens gedeckt wird, erfordert er eine Zufuhr von Aschenbestandtheilen in Gestalt von Heu, oder von außen bezogenen Düngemitteln. Dieser von der Wissenschaft auf unzweifelhafte Weise festgestellte Satz wird durch die so eben besprochenen Versuche keineswegs umgestoßen; letztere beweisen nur, daß bei dem in der Praxis üblichen Verfahren nicht so leicht ein Mangel an den für die Halmfrüchte nöthigen Aschenbestandtheilen entsteht, und zu einer augenblicklichen Steigerung der Erträge an diesen Früchten eine Zufuhr von

stickstoffreichem organischen Dünger oder direct von Ammoniaksalzen ausreicht.

Ueber die Düngung der Turnips, welche bei dem englischen Ackerbau bekanntlich die Hauptrolle spielen, sind zu Rothamsted eine längere Reihe von Jahren hindurch eine sehr große Anzahl Versuche angestellt worden, von deren Resultaten wir hier des beschränkten Raumes wegen nur die wichtigsten mittheilen können. Zuvörderst zeigte dieses Wurzelgewächs bei gänzlichem Mangel an Dünger eine viel raschere Abnahme der Erträge als der Weizen; bei fortgesetzter Düngung mit Hofmist steigerten sich dieselben auf einem wegen seiner Strenge für den Turnipsbau nicht sehr geeigneten Boden fortwährend, ohne jedoch die anderwärts unter günstigeren Bodenverhältnissen erzielten Ernten zu erreichen. Die rein mineralische Düngung, namentlich mit phosphorsaurem Kalk brachte eine Wirkung hervor, welche die des Hofmistes im ersten Jahre sogar noch überstieg, in den folgenden Jahren aber hinter dieser zurückblieb. Folgende Zahlen werden zur Bestätigung des Gesagten dienen.

Jahrgang.	Ungedüngt.		Hofmist.		Saurer phosphorsaurer Kalk.		Verschiedene mineralische Düngemittel.	
	Gesammtertrag.	Durchschn. gewicht der Wurzeln.	Gesammtertrag.	Durchschn. gewicht der Wurzeln.	Gesammtertrag.	Durchschn. gewicht der Wurzeln.	Gesammtertrag.	Durchschn. gewicht der Wurzeln.
	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.	Ctr.	Pfd.
1843.	$83\frac{3}{4}$	0,52	$189\frac{1}{2}$	1,36	$243\frac{1}{2}$	1,47	$237\frac{1}{2}$	1,35
1844.	$44\frac{1}{4}$	0,36	$215\frac{1}{4}$	1,19	$154\frac{3}{4}$	0,81	$113\frac{1}{2}$	0,68
1845.	$13\frac{3}{4}$	0,11	$340\frac{3}{4}$	1,61	$253\frac{3}{4}$	1,17	$252\frac{1}{2}$	1,16

In dem Jahre 1844 fehlte es während des ersten Theiles der Vegetationsperiode an Regen, daher die im Allgemeinen geringeren Erträge. Was die Stärke der in Anwendung gekommenen Mistdüngung betrifft, so betrug dieselbe 12 Tonnen pro Acre, d. i. 149½ Centner preußisch auf den Morgen. In dem folgenden Jahre 1846 hatten die Turnips auf dem ungedüngten Lande nur noch die Größe von Radischen, so daß es nicht mehr der Mühe werth schien, sie zu wägen.

Rapskuchenmehl wirkte in dem trockenen Sommer 1844 geradezu schädlich, wenn es allein angewendet und gleichzeitig mit dem Samen gedrillt wurde, also mit der sich entwickelnden Pflanze in unmittelbare Berührung kam; Lawes änderte daher in dem folgenden Jahre diesen Versuch dahin ab, daß er das Rapskuchenmehl theils vor der Saat etwas tiefer unterpflügen, theils breitwürfig ausstreuen ließ. Es lieferten im Jahre:

1843 :	6½ Ctr.	Rapskuchen	164¾ Ctr.	Turnips	v. 1,08 Pfd.	Durchschn.Gew.
1844 :	7 „	„	13 „	„	„ 0,27 „	„
1845 :	8 „	„	96 „	„	„ 0,49 „	„

Von einem sehr günstigen Erfolg dagegen war die Düngung mit saurem phosphorsaurem Kalk, welcher, wie bei den früher erwähnten Versuchen, durch Behandlung von Knochenmehl mit Schwefelsäure dargestellt worden war, und wie es scheint, den gleichzeitig entstandenen Gyps noch beigemengt enthielt. [5]) Die damit erzielten Erträge sind bereits

[5]) Lawes bezeichnet dieses Düngemittel durchgängig mit dem Namen „Superphosphate of Lime", sagt aber ausdrücklich, daß es nicht chemisch rein gewesen und auf die im Text erwähnte Weise bereitet worden sei.

in der vorhergehenden Tabelle mitgetheilt worden; die angewendeten Quantitäten waren in den bezeichneten drei Jahren nicht gleich, sondern betrugen beziehentlich 4½, 5 und 11 Centner pro Acre. Ein Theil des phosphorsauren Kalkes kann vielleicht zweckmäßig durch phosphorsaure Bittererde ersetzt werden; mit 3¾ Centner des ersten und 1½ Centner des zweiten Salzes wurden 1843 über 249 Centner Rüben mit einem Durchschnittsgewicht von 1,39 Pfd. erzielt; den höchsten Ertrag von 254¾ Centner (1,58 Pfd. D. G.) aber lieferte in diesem Jahre eine Verbindung von 3¾ Centner saurem phosphorsaurem Kalk und 1 Centner Rapskuchen. In den folgenden beiden Jahren hat wie gesagt die Mistdüngung den Preis davon getragen; ihr am nächsten kam in dem zweiten Jahre die alleinige Düngung mit 5 Centner phosphorsaurem Kalk und im dritten Jahre die Verbindung von 400 Pfd. gebrannten Knochen, 268 Pfd. Schwefelsäure und 134 Pfd. Kochsalz, welche 290 Centner Turnips mit einem Durchschnittsgewicht von 1,38 Pfd. gab.[6]) Die Hinzufügung von Ammoniak und fixen Alkalien — Kali, Natron — zu den phosphorsauren alkalischen Erden hat im Uebrigen nirgends eine Steigerung des Ertrages zuwegegebracht. Nach der alleinigen Anwendung von:

---

[6]) In der Tabelle über die Resultate des Jahres 1845 findet sich zwar noch eine bei weitem höhere Angabe, nämlich von 18 Tonnen 1 Centner, welche nach der Düngung mit 12 Centner schwefelsaurem Kalk und 10 Centner Rapskuchen geerntet worden sein sollen; wenn wir jedoch die Anzahl der erbauten Rüben (23952) mit dem Durchschnittsgewicht derselben (0,94 Pfd.) vergleichen, so ergiebt sich, daß es 10 Tonnen statt 18 heißen muß, welche letztere Zahl sich also wahrscheinlich nur durch einen Druckfehler eingeschlichen hat.

½ Ctr. schwefels. Ammon. wurden i. J. 1843 nur 138¼ Ctr. Rüben,
3 „ „ „ „ „ „ 1845 „ 64¼ „ „
erbaut. Lawes hat jedoch die Beobachtung gemacht, daß die Ammoniakdüngung, indem sie die Entwickelung der Wurzeln verspätet, die Blattbildung befördert, und die ganze Vegetationsperiode etwas verlängert. Er hat sich hierdurch veranlaßt gesehen, bei den i. J. 1845 angestellten Versuchen einen Theil der mit Ammoniaksalzen gedüngten Turnips noch etwas länger im Boden zu lassen und erst 3 Wochen später aufzunehmen. Bei dieser zweiten Ernte zeigte sich, daß die Wurzeln inzwischen noch merklich zugenommen, die Blättermasse aber abgenommen hatte. Es wurden nämlich im Durchschnitt sämmtlicher Versuche dieses Jahres pro Acre geerntet:

	Wurzeln.	Blätter.
nach rein mineralischer Düngung . .	248½ Ctr.	44 Ctr.
„ Mineraldüngung u. 10 Ctr. Rapskuchen	264¾ „	112¼ „
„ „ „ 3 „ schwefelsaures Ammoniak und zwar		
bei der ersten Aufnahme	238½ „	135¼ „
bei der zweiten „	245 „	114 „
nach einer Verbindung aller 3 Arten von Düngemitteln		
bei der ersten Aufnahme	226¼ „	149¼ „
bei der zweiten „	244¾ „	135½ „

Wenn einer Düngung mit 400 Pfd. gebrannten Knochen, welche mit 420 Pfd. Schwefelsäure angesäuert worden waren, noch hinzugefügt wurden:

315 Pfd. Soda, so wurden erhalten 235¾ Ctr. Rüben.
220 „ Dolomit, „ „ „ 241 „ „
470 „ Potasche, „ „ „ 219 „ „

Mit obigen Versuchen im Felde ging eine chemische Untersuchung der geernteten Wurzeln und Blätter im Laboratorium Hand in Hand, und diente zur Vervollständigung der ersteren. Als mittlere Resultate wurden hierbei folgende Zahlen erhalten:

Angewendete Düngemittel.	Trockensubstanz in Procenten der frischen: Wurzeln.	Trockensubstanz in Procenten der frischen: Blätter.	Aschengehalt in Procenten der frischen: Wurzeln.	Aschengehalt in Procenten der frischen: Blätter.	Stickstoff-Procente der in den Wurz. enthalt. Trockensubst.
Mineraldünger . . .	8,34	13,73	0,58	1,31	1,52
Mineraldünger und Oelkuch.	7,97	—	0,57	—	1,91
Mineraldünger und Ammoniaksalze	7,41	13,31	0,61	1,26	2,86
Mineraldünger, Rapskuchen und Ammoniaksalze	7,48	12,87	0,60	1,25	2,33

Wir sehen hieraus, daß die Ammoniakdüngung nicht nur den Stickstoffgehalt, sondern auch die relative Menge der Aschenbestandtheile vermehrt hat, eine Erscheinung, welche wohl mit der schon früher erwähnten Beobachtung zusammenhängt, daß durch Mangel an Ammoniak die Entwickelung der Pflanzen beschleunigt, und durch Zuführung desselben verlangsamt wird; es ist nämlich schon von Saussure bemerkt worden, daß jüngere Pflanzen und Pflanzentheile reicher an Aschenbestandtheilen sind als ältere.

Die Zusammensetzung dieses Aschengehaltes wurde im Durchschnitt von 24 verschiedenen Analysen wie folgt gefunden:

Aschenbestandtheile.	Wurzeln.	Blätter.
Kali	44,84	22,05
Chlorkalium	0,34	4,84
Natron	1,79	0,19
Chlornatrium	6,86	6,15
Kalkerde	11,40	30,53
Bittererde	1,46	0,82
Phosphorsäure	7,89	5,05
Schwefelsäure	10,63	12,55
Kohlensäure	14,79	17,82
Summa	100,00	100,00

Lawes berechnet hieraus die Mengen der wichtigsten Bestandtheile, welche in einer Ernte von 1½ Tonnen (30 Centnern) Trockengewicht an Wurzeln und Blättern enthalten sind; wir fügen diesen Angaben in englischen Pfunden pro Acre sogleich die betreffenden Reductionen auf preußische Pfunde und Morgen in runden Zahlen hinzu.

Bestandtheile einer Turnipsernte.	Englische Pfunde pro Acre.	Preußische Pfunde pro Morgen.
Trockne organische Substanz .	3110	1903
Kali	127	78
Phosphorsaurer Kalk	50	31
Schwefelsaurer Kalk	40	24

Es dürfte nicht ohne Interesse sein, hiermit die Ernte desselben Culturgewächses, aber unter ganz anderen, bei wei-

rem ungünstigeren Verhältnissen angebaut, zu vergleichen. Boussingault berechnet [7]) das Trockengewicht einer Mittelernte von Stoppelrüben, und die Menge von Aschenbestandtheilen, welche sie dem Boden entzieht, in nachstehender Weise:

Bestandtheile der Ernte.	Kilogramme pro Hectare.	preußische Pfunde pro Morgen.
Trockensubstanz überhaupt . .	716,0	393,8
Phosphorsäure	3,3	1,8
Schwefelsäure	5,9	3,2
Chlor	1,6	0,9
Kalkerde	5,9	3,2
Bittererde	2,3	1,3
Kali und Natron	20,6	11,3
Kieselerde	3,5	1,9
Eisenoxyd u. s. w.	0,7	0,4

Wie sehr auch der absolute Werth dieser Zahlen von den vorher aufgeführten abweicht, so stimmen doch beide Untersuchungen in dem großen Reichthum der Rüben an Alkalien, namentlich Kali vollkommen überein. Die chemische Analyse der geernteten Früchte würde ein ganz anderes Resultat der vorliegenden Düngungsversuche haben erwarten lassen, als sich in der That herausgestellt hat. Der ersteren zufolge hätte die Düngung mit Potasche u. a. kalireichem Dünger eine besonders günstige Wirkung haben sollen, während im Gegentheil die des phosphorsauren Kalkes in keiner

[7]) A. a. O. II, 220.

Weise vorauszusetzen war. Es wäre voreilig, aus dieser der Theorie scheinbar widersprechenden Thatsache auf die Entbehrlichkeit des Kali's schließen zu wollen, es wird dadurch aber die Ansicht Liebig's widerlegt, welcher wegen der großen Löslichkeit der Alkalien glaubte, daß gerade an diesen Stoffen am leichtesten ein Mangel im Boden entstehen müßte, und welcher daher auf die Zuführung der Alkalien das größte Gewicht bei der Düngung gelegt hat. Im kohlensauren Zustande scheinen dieselben übrigens bei mehren Versuchen durch ihre alkalische Reaction geradezu geschadet zu haben. Der Umstand ferner, daß sich die Menge des phosphorsauren Kalkes in der Düngung mit Vortheil weit über dasjenige Maaß hinaussteigern läßt, welches wir in der Ernte wiedererhalten, hat Lawes auf die Vermuthung geführt, daß dieser Körper noch in andrer Weise wirken müsse, als durch die directe Zuführung derjenigen Menge phosphorsauren Kalkes, welche die Rübenpflanze zu ihrer Entwickelung bedarf. Die Möglichkeit einer solchen Nebenwirkung kann nicht in Abrede gestellt werden; worin sie aber bestehe, das zu entscheiden müssen wir zukünftigen weiteren Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und Chemie überlassen, zu welchen die Versuche von Lawes und die dabei hervorgetretenen Conflicte zwischen den bisherigen Theorien und der Erfahrung überhaupt ein weites Feld eröffnet haben. Vor der Hand wollen wir die wichtigsten praktischen Folgerungen, welche derselbe aus seinen zahlreichen seither nur zum Theil veröffentlichten Versuchen schon jetzt ziehen zu können glaubt, noch einmal kurz zusammenfassen. Die Ammoniaksalze u. a. an Stickstoff besonders reiche Düngemittel finden ihre vortheilhafteste Verwendung für die Halmfrüchte und kleeartigen

Gewächse[8]). Die Wirkung, welche verschiedene Düngemittel auf Weizen zeigten, war augenscheinlich ihrem Stickstoffgehalt proportional und so gut wie unabhängig von den übrigen, sowohl organischen als Aschenbestandtheilen. Die Wurzelgewächse bedürfen zu ihrem üppigen Gedeihen hauptsächlich der künstlichen Zufuhr von phosphorsaurem Kalk und organischer kohlenstoffhaltiger Substanz. Ersterer bildet — neben der in der Wirkung so ziemlich mit ihm übereinkommenden phosphorsauren Bitter- oder Talkerde — einen wesentlichen Bestandtheil des Hofmistes und Guano's; in größter Menge findet er sich in den thierischen Knochen vor, aber in einer so wenig löslichen Form, daß die Wirkung eine äußerst langsame ist; um dies zu beschleunigen hat die Chemie in der Behandlung mit Säuren ein äußerst wirksames Mittel an die Hand gegeben, auf welches wir weiter unten noch ausführlicher zurückkommen werden. Den Turnips daneben noch eine Ammoniakdüngung zu geben, hält Lawes nur dann für vortheilhaft, wenn dieselben zu einer späteren Consumtion als gewöhnlich bestimmt sind, weil sich die Rüben nach einer solchen Düngung im Boden länger frisch erhielten. In welcher Form er auch die Alkalien anwendete, so hat er doch weder beim Weizen noch bei den Turnips eine günstige Wirkung wahrgenommen; er ist daher geneigt, die ökonomische Anwendung der mineralischen Düngemittel überhaupt auf die des phosphorsauren Kalkes und zwar zur Düngung der Wurzelgewächse zu beschränken.

---

[8]) Die auf letztere bezüglichen Versuche verspricht L. ein andermal mitzutheilen.

Unter den allgemeinen Gesichtspunkten, welche der gegenwärtige Standpunkt der Naturwissenschaften und die Erfahrungen der Praktiker, ganz besonders aber die von Männern wie Lawes, Boussingault, angestellten Versuche uns an die Hand geben, wollen wir jetzt die einzelnen dem Landwirth zu Gebote stehenden Düngemittel einer näheren Betrachtung unterwerfen.

Ich glaube, daß wir, um eine klare Einsicht in unseren Gegenstand zu erlangen, die Betrachtung der einfachern Düngemittel der der zusammengesetzteren vorausschicken müssen, obgleich letztere den Vorzug mehrseitigen Bedürfnissen der Culturgewächse zu genügen besitzen, während erstere allein angewendet nicht geeignet sind, die Fruchtbarkeit des Bodens dauernd auf gleicher Stufe zu erhalten, sondern nur dazu dienen können, gewissen Pflanzen, für welche die ihnen angewiesene Stelle in der Fruchtfolge oder die Bodenverhältnisse vielleicht nicht ganz geeignet sind, eine außerordentliche Aufhilfe zu gewähren. Man hat diesen meist aus dem Mineralreiche stammenden Stoffen den nicht unpassenden Namen des Nebendüngers beigelegt; ihre Anwendung gewährt uns den Vortheil, daß dabei die in der Hauptdüngung oder schon von Natur im Boden enthaltenen Pflanzennahrungsmittel vollständiger ausgenutzt werden; wir haben uns aber sehr vor dem schädlichen Irrthum zu hüten, als könne eine solche Nebendüngung auf entlegenen Grundstücken, bei denen wir gern die Kosten einer regelmäßigen Mistdüngung ersparen möchten, letztere ersetzen; eine Zeitlang scheint dies allerdings der Fall zu sein, dann aber pflegt eine gänzliche Erschöpfung des Bodens einzutreten, welche nur durch unverhältnißmäßig große Massen Mist und eine Jahre lang fortgesetzte schonende Fruchtfolge wieder zu heilen ist.

Wir beginnen mit dem Gyps oder schwefelsauren Kalk. Die Meinung über die Wirksamkeit dieses Düngemittels hat sich in manchen Gegenden, wo Gypsbrüche in der Nähe vorhanden sind, auf dem Wege der Erfahrung schon längst so weit festgesetzt, daß kein fleißiger Landwirth in diesen Gegenden die Anwendung desselben bei gewissen Pflanzen unterläßt, ohne weitere Vergleichungen über die dadurch erlangten Vortheile anzustellen; der Umstand aber, daß sich die Transportmittel in neuerer Zeit so ungemein vervielfältigt und vervollkommnet haben, hat mehrfache Veranlassung gegeben, sich auch anderwärts, wo die Gypsdüngung durch die Kostspieligkeit des Transportes früher ausgeschlossen war, mit der Frage zu beschäftigen, ob dieselbe unter den gegenwärtigen Verhältnissen nicht mit Nutzen angewendet werden könne. Die Antwort, welche die Erfahrung hierauf ertheilt hat, ist sehr verschieden ausgefallen; dadurch ist die Wissenschaft von neuem angeregt worden, eine unseren gegenwärtigen Kenntnissen entsprechende Erklärung über die ziemlich räthselhafte Wirkungsweise des Gypses zu geben. Auf diese Weise sind wir durch die vereinten Bemühungen der ausübenden Landwirthe und der Gelehrten zu manchen interessanten Aufschlüssen gelangt, über welche wir hier zu berichten haben; dagegen giebt es aber auch mehre hierher gehörige Punkte, welche bisher unaufgeklärt geblieben sind und uns zu weiteren Forschungen auffordern.

Die auffallendste Wirkung äußert der Gyps bekanntlich auf die zu einer und derselben natürlichen Pflanzenfamilie gehörigen kleeartigen Gewächse und Hülsenfrüchte, doch ist auch hier die Wirkung keineswegs unter allen Umständen gleich; so steigerte bei den in neuerer Zeit gemachten Beobachtungen die Gypsdüngung bald den Ertrag des Klee's bis auf

das Doppelte und Dreifache, bald war sie von gar keinem merklichen Erfolg begleitet. Als Schweitzer anfing auf dem Folgengute bei Tharand Versuche mit dem Gypsen des Klee's zu machen, welches er in seinem früheren Wirkungskreise mit zwar wechselndem aber im Allgemeinen sehr befriedigendem Erfolge in Anwendung gebracht hatte, so sah er in den ersten beiden Jahren (1840 und 1841) auch „nicht eine Spur von irgend einer Wirkung"; in dem darauf folgenden Jahre trat eine solche schon deutlicher hervor, sie wurde aber immer noch sehr durch die außerordentliche Dürre dieses Sommers beeinträchtigt, welche überdieß insofern auch auf die im nächsten Jahre (1843) anzustellenden Versuche störend einwirkte, als der frischgesäete Klee nur äußerst spärlich aufging. Schweitzer wurde dadurch veranlaßt, ein Stück Klee von $2\frac{3}{4}$ sächsischen Ackern, nachdem es mit Gyps bestreut und mit dem Wiesenritzer wund gemacht worden war, von neuem und zwar ohne Deckfrucht mit Klee- und Grassamen anzusäen, welcher so üppig aufging, daß Schweitzer nie ein dichter und schöner bestandenes Kleefeld gesehen zu haben behauptet. Eine bestimmte Zahlenangabe über die Vermehrung des Ertrages fehlt, weil der hierauf bezügliche comparative Versuch zufällig vereitelt wurde; auf das Resultat eines anderen gleichzeitigen Versuches aber, welches hinsichtlich der günstigsten Zeit zum Ausstreuen des Gypses von Wichtigkeit ist, kommen wir weiter unten zurück [9]). In dem Jahre 1848 und 1849 sind ferner von E. Stöckhardt, gegenwärtigem Pro-

[9]) Das Obige sowohl als das weiter unten Angeführte ist entlehnt aus der „Mittheilung einiger Wahrnehmungen, Beobachtungen und Versuche über den Gyps als Düngemittel" in dem von der königl. sächsischen Akademie für Forst- und Landwirthe zu Tharand herausgegebenen landwirthschaftlichen Jahrbuch. Bd. II., Seite 87—112.

fessor der Landwirthschaft an der Gewerbeschule zu Chemnitz, hierher gehörige Versuche eingeleitet worden, über deren Resultate uns Wolff [10]) nachstehende Zahlenangaben mittheilt:

Jahrgang.	Menge des angewendeten Gypses auf 1 Hectare.	Ertrag an Grünfutter.	Differenz gegen das ungedüngte Land.	Bemerkungen.
	Kilogramm.	Kilogramm.	Kilogramm.	
1848	—	13500	—	.
"	700	12500	— 1000	.
"	1400	14000	+ 500	.
"	700	13000	— 500	außer dem Gyps wurden noch 250 Kilogr. Asche ausgestreut.
1849	—	24000	—	.
"	300	27500	+ 3500	.
"	600	26800	+ 2800	.
"	600	25500	+ 1500	gebr. Gyps.
"	1200	24700	+ 700	gebr. Gyps.
"	—	8000	—	Weiß. Klee.
"	300	10000	+ 2000	Weiß. Klee.
"	300	11000	+ 3000	Weiß. Klee.
"	600	10000	+ 2000	Weiß. Klee.

Der Gyps wurde, wo nicht das Gegentheil bemerkt ist, im ungebrannten Zustande angewendet. Das geerntete Grünfutter bestand aus einem Gemenge von rothem Klee und Thimotheegras mit Ausnahme der letzten vier Versuche, wo der weiße Klee an die Stelle des rothen getreten ist.

---

[10]) Die naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues nebst deren Bedeutung für die Praxis; Bd. I. (Leipzig 1851) Seite 558.

Die größte relative Steigerung des natürlichen Ertrages, welche bei diesen Versuchen in Folge der Gypsdüngung und zwar bei dem weißen Klee eingetreten ist, beträgt $37\frac{1}{2}$ pCt., die durchschnittliche Steigerung des Ertrages an rothem Klee in dem Jahre 1849 aber noch nicht ganz 9 pCt., während der Jahrgang 1848 sogar ein negatives Resultat geliefert hat.

Bei weitem günstigere Erfolge hat Johnston in England durch die Gypsdüngung erzielt; die Schrift, worin sie veröffentlicht worden sind, liegt mir nicht im Original vor, Wolff führt aber [11]) beispielsweise folgende, auf französisches Maaß und Gewicht reducirte Erträge an, welche bei einem dieser Versuche erzielt worden sind:

Erträge in Kilogrammen vom Hectare

an	nach d. Gypsdüngung.	ohne Gyps.
Kleeheu	8000	2500
Kleegrummet	2800	650
Kleesamen	125	24

Im Durchschnitt steigerte der Gyps den Ertrag an Heu und Samen bei Klee und Esparsette auf mehr als das Doppelte.

Boussingault scheint der Ansicht zu sein, daß der Nutzen der Gypsdüngung für den Klee durch ältere Erfahrungen bereits hinreichend erwiesen sei, und hat daher seine Versuche auf dieses Futtergewächs nicht ausgedehnt; er glaubt sogar, daß die gewöhnliche Meinung, wonach die Hälfte des in Bechelbronn geernteten Durchschnittsertrages von 5000 Kilogramm Kleeheu vom Hectare (25 Centner vom preußischen Morgen) der Gypsdüngung zuzuschreiben sei, hinter der

[11]) A. a. O. Seite 557.

Wahrheit zurückbleibe, und daß bei unterlassener Anwendung des Gypses der Minderertrag noch beträchtlicher sein werde [12]).

Auf Erbsen, Wicken und Bohnen äußert der Gyps den ziemlich übereinstimmenden Beobachtungen der Landwirthe zufolge ebenfalls eine günstige Wirkung, die sich jedoch mehr auf die Blatt- und Stengelbildung als auf den Körneransatz bezieht; auch sind mir keine Angaben bekannt, welche den unter den günstigsten Umständen beim Klee erzielten Erfolgen gleich kämen. So wurden von Herrn Stöckhardt in demselben Jahre 1848, welches, wie wir sahen, der Wirkung des Gypses auf den Klee eben nicht sehr günstig war, folgende Ernten erhalten [13]):

Düngung.	Erträge in Kilogr. vom Hectare	
	Körner.	Stroh u. Spreu.
Ungedüngt	1600	2050
700 Kilogramm Gyps	1370	2500
1400 " "	1950	2900
700 " " + 250 " Asche	1420	2150

Die schon früher bemerkten, aber durch die eben angeführten Versuche von neuem bestätigten, so beträchtlich von einander abweichenden Erfolge eines und desselben Düngemittels in seiner Anwendung auf ein und dasselbe oder doch nahe verwandte Culturgewächse können hier nicht wohl in einer verschiedenen Beschaffenheit des Düngemittels selbst, welche z. B. beim Guano von so großem Einfluß ist, gesucht werden, indem der Gyps

[12]) Die Landwirthschaft rc. II., 143.
[13]) Wolff a. a. O., Seite 560.

allerdings bisweilen durch fremdartige Beimengungen verunreinigt ist, aber doch nicht in dem Grade, daß dieser Grund zu Erklärung der ausbleibenden Wirkung hinreichen könnte. Wir müssen vielmehr aus den bisherigen Erfahrungen schließen, daß es äußere und zwar sehr verschiedene Ursachen sind, von welchen der bisweilen so glänzende Erfolg der Gypsdüngung abhängig' ist, und es ist für die Praxis des Ackerbaues natürlich von dem größten Interesse, diese Bedingungen so genau als möglich kennen zu lernen. Was zuvörderst die Beschaffenheit des Bodens betrifft, so besteht ein wesentlicher Vortheil der Gypsdüngung eben darin, daß wir mit Hilfe derselben auch auf Grundstücken, welche nicht als Kleeboden erster Classe gelten können, reiche Ernten von diesem Futtergewächs zu erzielen im Stande sind; es würde aber zuviel verlangt sein, wenn wir auf einem, für den Kleebau ganz ungeeigneten dürren Sandboden einen solchen Erfolg von der Gypsdüngung erwarten wollten; auch auf kaltem nassem Thonboden ist die Wirkung gering und sie steht hier, wie Schweitzer bemerkt, der des in den Salinen käuflichen Düngesalzes augenscheinlich nach, obgleich dieses ebenfalls zum größten Theile aus Gyps besteht und daher in anderen Fällen vollständig durch den Gyps ersetzt werden kann. Wenn Wolff [14]) behauptet, daß die sächsische Oberlausitz nur sehr wenig der Gypsdüngung günstigen Boden besitze, so möchte ich dies nach meinen bei Gelegenheit der Landesabschätzung von den dortigen Bodenverhältnissen erlangten Kenntnissen für eine zu große Verallgemeinerung einzelner, wenn auch an sich richtiger Beobachtungen erklären; es kommen dort die verschiedenartigsten Bodenclassen vor und

---

[14]) A. a. O. Seite 572.

ein ausreichender natürlicher Vorrath von Gyps im Boden läßt sich um so weniger erwarten, als Gypsbrüche gänzlich fehlen. Schweitzer bestreitet sogar [15]) die so natürliche und daher ganz gewöhnliche Ansicht, daß ein solcher Vorrath die Wirkung der künstlichen Gypsdüngung beeinträchtige; seine Vermuthung, daß Bodenarten, auf welchen der Gyps erfahrungsmäßig günstig wirkte, bereits diesen Stoff in beträchtlicher Menge enthalten sollten, stützt sich jedoch nur auf die Nachbarschaft von Gypsbrüchen und entbehrt der Bestätigung durch die chemische Analyse. Auf der andern Seite liegen Erfahrungen vor, welche geradezu das Gegentheil andeuten; so äußerte sich der Graf v. Potocky auf der Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Breslau [16]) in folgender Weise: „Mein Bruder hat bedeutende Gypsgruben; er hat sehr oft den Versuch gemacht, auf Klee und andere Gewächse Gyps zu streuen, aber er hat keinen Erfolg davon gehabt. Ich wohne 12 Meilen von ihm entfernt, ich lasse den Gyps mit großen Unkosten auf meine Güter fahren und ich habe sehr gute Resultate davon. Dagegen hat mein Bruder mit Asche größere Wirkungen hervorgebracht". Von mehren der Anwesenden wurde diese Bemerkung durch ähnliche Beobachtungen bestätigt. Herr Homeyer auf Murchin in Neuvorpommern hatte trotz vieljähriger Versuche niemals eine Wirkung von der Gypsdüngung gesehn und erklärt sich [17]) diese Erscheinung aus dem Umstande, daß er schon längst von einem gypsreichen Moder Anwendung zur Düngung gemacht

---

[15]) Landwirthschaftliches Jahrbuch, II, 98.

[16]) Bericht über die IX. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe; Seite 242.

[17]) Verhandlungen des Baltischen Vereins zur Beförderung der Landwirthschaft, Heft II, Seite 65.

hat. Pogge aus Zierstroff dagegen will bemerkt haben, daß sich die Wirkung der Gypsdüngung bei ihrer Wiederholung steigere [18]). Vom Standpunkte der Theorie ist die Ansicht, daß auch bei genügendem Vorrath von Gyps im Boden eine künstliche Düngung damit noch von Nutzen sein könne, offenbar nur dann haltbar, wenn wir dem Ausstreuen des Gypses auf die Blätter des Klee's eine wesentlich andere Wirkung beilegen, als seiner Unterbringung in den Boden, indem sich für die Wirksamkeit des letzteren Verfahrens unter jener Voraussetzung durchaus gar kein rationeller Grund anführen läßt.

Ein Gehalt des Bodens an kohlensaurem Kalk scheint die Wirkung des Gypses eher zu erhöhen als zu vermindern. Schon Burger führt unter den Bodenarten, auf welche der Gyps besonders günstig wirke, namentlich den kalkhaltigen an. Auf der Versammlung in Doberan wurde von mehren Seiten behauptet, daß nach dem Mergeln der Felder die Gypsdüngung von größerem Erfolg sei als vorher. Schweitzer hat weder eine Steigerung noch eine Verminderung dieses Ertrages durch den Kalkgehalt des Bodens beobachtet. In Bezug auf eine später zu besprechende theoretische Ansicht über die Wirkungsweise des Gypses war es uns von Wichtigkeit hier festzustellen, daß der Kalk im Boden die Wirkung der Gypsdüngung wenigstens nicht aufhebt.

Wichtiger als die natürliche Zusammensetzung und physikalische Beschaffenheit des Bodens, hinsichtlich welcher es ausreichend erscheint, wenn wir die Extreme vermeiden, ist jedenfalls der Düngungszustand desselben. Die Erfahrun-

[18]) Man sehe den Amtlichen Bericht über die Vers. d. Land- und Forstwirthe zu Doberan, Seite 388.

gen der praktischen Landwirthe stimmen sämmtlich darin überein, daß nur auf dungkräftigem Lande mit einiger Sicherheit auf einen günstigen Erfolg der Gypsdüngung zu rechnen ist, eine Ansicht, welche auch mit der früher entwickelten Theorie der Pflanzenernährung in so vollkommenem Einklange steht, als er bisher noch bei irgend einer Frage des Ackerbaues erzielt worden ist.

Nasse Jahrgänge erzeugen überhaupt reiche Kleeernten, aber der gegypste Klee pflegt dann keinen merklichen Vorzug zu haben; in trockenen Jahren dagegen leidet der Kleewuchs durchgängig, und die Gypsdüngung versagt auch hier ihre Wirkung; der auffallendste Unterschied zeigt sich bei warmer und mäßig feuchter Witterung des Jahres. Jene Abnormitäten in dem Gange der Witterung abzuhalten oder auch nur vorauszusehen ist der Landwirth nicht im Stande, wohl aber verdienen die Witterungsverhältnisse einer Gegend, wie sie im Durchschnitt einer längern Reihe von Jahren als Regel hervortreten und unter dem Namen des Klima's zusammengefaßt werden, die größte Berücksichtigung bei der Frage, ob ein regelmäßiges Gypsen der Kleefelder mit Nutzen eingeführt werden könne; in dieser Beziehung bietet ein mittelfeuchtes Klima, charakterisirt durch einen bedeutenden Gehalt der Luft an Wasserdämpfen und regelmäßige wenn auch nicht sehr starke Niederschläge unzweifelhafte Vortheile dar, während längere Perioden der Näße sowohl als der Trockenheit, Mangel an Schutz vor heftigen austrocknenden Winden den Erfolg der Gypsdüngung zu einem sehr unsicheren machen.

Früher nahm man allgemein an, daß es am vortheilhaftesten sei, den Gyps erst dann auszustreuen, wenn der

Klee mit seinen Blättern bereits den Boden bedeckt und legte ein größeres Gewicht darauf, daß der Gyps mit den Blättern des Klee's als daß er mit dem Boden in unmittelbare Berührung komme. Diese Meinung ist neuerlich von mehren Seiten bestritten worden; man hat statt dessen empfohlen, den Gyps entweder schon in dem seinem Hauptnutzungsjahr vorausgehenden Herbst oder doch ganz zeitig im Frühjahr auf den Klee zu bringen. Hier in Eldena, wo übrigens die Gypsdüngung im Allgemeinen von keinem bedeutenden Erfolg begleitet war, will man es noch am besten gefunden haben, wenn dieses Düngemittel im zeitigen Frühjahr auf die noch mit Schnee bedeckten Kleefelder ausgestreut wurde. Dieses Verfahren ist offenbar nur bei ganz ebener und wagerechter Lage der Grundstücke anwendbar, denn wenn plötzliches Thauwetter eintritt, wird bei der geringsten Neigung des Feldes das Schneewasser sammt dem Gyps von dem noch gefrornen Boden abfließen und der Klee gar nichts von der ihm zugedachten Düngung erhalten. Anderwärts hat man das Gypsen auf den Schnee nicht bewährt gefunden [19]; der entscheidendste Versuch in dieser Beziehung ist wohl der von Schweitzer angestellte. Derselbe theilte ein Stück Kleeland von 35 sächsischen Quadratruthen in 3 gleiche Theile zu $11\frac{2}{3}$ Q.R. und ließ dieselben beziehentlich den 7. März, 18. April und 1. Mai mit Gyps bestreuen; am 19. Juni wurden alle 3 Parcellen gemäht und lieferten folgende Erträge:

---

[19]) Man sehe z. B. Die Verhandlungen des ökonomischen Vereins zu Angermünde in den Annalen d. Landw. I, 319.

Nummer der Parcelle.	Datum des Gypsens.	Grünfutter von $11\frac{2}{3}$ Q. R.	macht an Kleeheu vom sächs. Acker.
1.	7. März.	802 Pfd.	$5012\frac{1}{2}$ Pfd.
2.	18. April	864 „	5400 „
3.	1. Mai	976 „	6100 „

Die in der letzten Spalte angegebenen Mengen Kleeheu von einem Schnitt betragen für den preußischen Morgen $2305\frac{3}{4}$, 2484 und 2806 preußische Pfund. Das Resultat ist somit entschieden zu Gunsten des alten Verfahrens ausgefallen.

Wir haben bisher vorzugsweise die Wirkung des Gypses auf die zur Familie der Schmetterlingsblüthen gehörigen Culturgewächse betrachtet, weil in der That nur diese von praktischer Bedeutung zu sein scheint. In England will zwar Johnston eine nicht ganz unerhebliche Vermehrung des Kartoffelertrages in Folge einer Gypsdüngung bemerkt haben; bei einem im Jahre 1848 auf dem Gute Brösa in der Oberlausitz angestellten Versuche wurden aber nach Gyps sogar weniger Kartoffeln geerntet als ohne Gyps [20]). Boussingault erhielt 1842 von 0,0244 Hectare nach Gyps 690 Kilogramm Runkelrübenwurzeln, ohne Gyps 650 Kilogramm. Noch weniger zeigte sich Letzterem ein merklicher Erfolg bei den Halmfrüchten. [21])

Die Erklärung, wie der Gyps als Düngemittel wirke, hat den landwirthschaftlichen Schriftstellern von jeher große Schwierigkeiten bereitet.

[20]) Wolff, die naturges. Grundl. d. Ackerbaues, I, 561.

[21]) Die Landwirthschaft 2c. II, 146 u. f.

Gegen die Annahme, daß er die physikalischen Eigenschaften des Bodens verbessere, sprach seine Wirksamkeit bei Anwendung von Mengen, welche offenbar viel zu gering sind, um einen solchen Einfluß äußern zu können; Davy widerlegte durch directe Versuche[22]) die Meinung, daß der Gyps die Zersetzung organischer Stoffe befördere; da er in der Asche des Klee's und anderer Futtergewächse beträchtliche Mengen dieses Stoffs fand, sah er sich veranlaßt anzunehmen, daß der Gyps als ein directes Nahrungsmittel von den Pflanzen aufgenommen werde; diese Ansicht ist gewiß die einfachste, bietet sich gleichsam von selbst dar; bei der geringen Bedeutung aber, welche man damals noch den Aschenbestandtheilen überhaupt beilegte, schien sie ungenügend und man sah sich nach weiteren Erklärungen um. Nach Thaer[23]) soll der Nutzen der Gypsdüngung ein indirecter sein, in einer zwischen ihm und dem Humus stattfindenden Wechselwirkung bestehen, wobei sich gasförmige, bisher noch nicht näher untersuchte, aber zur Ernährung gewisser Pflanzen taugliche Verbindungen entwickeln. Die inzwischen immer weiter fortgeschrittene Wissenschaft lehrt allerdings, daß der schwefelsaure Kalk in Berührung mit faulenden organischen Stoffen eine Reduction zu Schwefelcalcium erleiden kann, aus welchem dann unter Einwirkung einer feuchten kohlensäurehaltigen Atmosphäre Schwefelwasserstoffgas frei wird, und Schleiden erklärt[24]) dieses Gas geradezu für diejenige Form, in welcher die Pflanze ihren Bedarf an Schwefel erhalten solle; directe Beweise für die Assimilation des Schwefelwasserstoffgases durch den Pflanzenorganismus liegen jedoch

[22]) Elements of agric. Chemistry, Lecture VII, page 288.
[23]) Grundsätze d. rat. Landw. II, 262.
[24]) Ueber Ernährung der Pflanzen 2c. Leipzig 1846; Seite 34

durchaus nicht vor, und die Wirkung der Gypsdüngung kann, wie Schulze[25]) bemerkt, schon darum nicht wohl auf dem obigen chemischen Processe beruhen, weil jene Reduction nur unter Abschluß der atmosphärischen Luft erfolgt, die Lockerung des Bodens aber erfahrungsmäßig die Wirksamkeit des fraglichen Düngemittels keineswegs beeinträchtigt, sondern im Gegentheil befördert; am allerwenigsten paßt eine solche Erklärung auf das am meisten übliche Verfahren, den Gyps nur obenauf zu streuen.

Eine neue, von den frühern wesentlich verschiedene Ansicht über die vorliegende Frage ist im Jahre 1831 von einem Apotheker J. Spazier[26]) aufgestellt worden, scheint aber anfangs wenig Beachtung gefunden zu haben, bis sie Liebig in seiner berühmten Schrift auch zu der seinigen gemacht, und anderweitige Beobachtungen die große Wirksamkeit der Ammoniaksalze dargethan hatten. Hiernach wird der Gyps — schwefelsaure Kalk — nicht als solcher von den Pflanzenwurzeln aufgenommen, sondern es beruht seine Wirkung auf einer Zersetzung des kohlensauren Ammoniaks in der Weise, daß sich kohlensaurer Kalk und schwefelsaures Ammoniak bildet, welches letztere nicht mehr, wie das kohlensaure Ammoniak, flüchtig ist; die Gypsdüngung hat somit den Erfolg, daß das Ammoniak, welches wir als die Quelle des Stickstoffes in den Pflanzen kennen, durch Vertauschung der damit verbundenen Säure „fixirt" wird. Spazier hatte nämlich ein kleines mit Pferdemist gedüngtes und durch eine Bedachung vor Regen geschütztes Gartenbeet mit Hülsenfrüchten besät und darauf ohngefähr eine Linie dick mit fein gepulvertem Gyps bestreut; die Hülsenfrüchte wuchsen sehr

---

[25]) Chemie für Landwirthe; I, 363.

[26]) Erdmann's Journal f. techn. und ökon. Chemie, Band XI.

üppig und wurden, so oft es nöthig schien, mit Wasser begossen; das Merkwürdigste aber war, daß sich schon nach 3 Wochen beinahe der sämmtliche ausgestreute Gyps in kohlensauren Kalk verwandelt hatte; bis 2 Fuß tief aus dem Boden herausgeholte Erdproben brausten beim Uebergießen mit Säuren, während derselbe Boden bei einer vorhergegangenen Untersuchung keine Spur von kohlensaurem Kalk gezeigt hatte.

Gegen diese Theorie ist Boussingault mit folgenden Einwürfen aufgetreten. Zuvörderst hat derselbe gefunden, daß die angenommene Umwandlung des schwefelsauren Kalkes und kohlensauren Ammoniaks in kohlensauren Kalk und schwefelsaures Ammoniak nur dann eintritt, wenn beide Salze vollständig in Wasser gelöst sind; bei einem solchen Feuchtigkeitszustande aber, wie er als der gewöhnliche in der Ackerkrume angenommen werden müsse, finde gerade der entgegengesetzte Proceß statt, d. h. wenn man schwefelsaures Ammoniak und kohlensauren Kalk, beide pulverförmig und durch ein wenig Wasser befeuchtet, mit einander mengt, entweiche unter Bildung von schwefelsaurem Kalk — Gyps — kohlensaures Ammoniak, wie an dem bekannten Geruch und der Einwirkung auf Pflanzenfarben leicht erkannt werden könne. Durch diesen letzteren Zersetzungsproceß erklärt sich Boussingault die düngende Wirkung der direct in den Boden gebrachten schwefelsauren, salzsauren und phosphorsauren Ammoniaksalze, indem er von der Voraussetzung ausgeht, daß nur das bei Gegenwart von kohlensaurem Kalk auf die angegebene Weise entstehende kohlensaure Ammoniak ein Pflanzennahrungsmittel abgebe. [27]) Ferner bezweifelt Boussingault, daß in dem während der Vegetationsperiode des Klee's fallenden Regen genug Ammo-

[27]) Boussingault a. a. O. II., 157 u. f.

niak niedergeschlagen werden könne, um, wenn es auch sämmtlich durch den Gyps fixirt werde, den in dem Mehrertrag enthaltenen Stickstoff zu liefern.[28]) Auch würde, wenn die Wirkung der Gypsdüngung in der Zuführung von Stickstoff bestände, nicht wohl abzusehen sein, warum dieses Düngmittel bei den Halmfrüchten und Wiesengräsern ohne Erfolg bleiben sollte. Endlich fand B. in der Asche des Klee's — sowohl des gegypsten als des nicht gegypsten — bedeutend mehr Kalkerde und weniger Schwefelsäure, als der Zusammensetzung des Gypses entspricht.

Die Asche der sehr reichen Kleeernte im Jahre 1841 enthielt nämlich und zwar

a. von dem gegypsten Theile 29,4 pCt. Kalkerde u. 3,4 pCt. Schwefelsäure,
b. „ nicht gegypsten „ 28,5 „ „ „ 3,9 „ „

während in dem Gyps, abgesehen von seinem Wassergehalt, auf 41,18 Theile Kalkerde 58,82 Theile Schwefelsäure kommen. Boussingault schließt hieraus mit Dumas, daß der Nutzen des Gypses lediglich auf seiner Basis, der Kalkerde beruhe und die Schwefelsäure gar keinen Antheil daran habe.

Obige Einwürfe gegen die Theorie von Spazier und Liebig verdienen ohne Zweifel eine gründliche Erwägung. Der vorangestellte Umstand, daß die Entstehung des schwefelsauren Ammoniaks an gewisse Bedingungen — den Feuchtigkeitszustand des Bodens — geknüpft ist, in deren Ermangelung gerade der entgegengesetzte Erfolg eintritt, muß uns vor allen Dingen darauf aufmerksam machen, wie sehr die Aeußerung der chemischen Verwandtschaften von vielleicht unbedeutend scheinenden Nebenumständen abhängig ist, wie

---

[28]) A. a. O. II, 144.

große Vorsicht nöthig ist, wenn wir aus den im Laboratorium beobachteten Erscheinungen auf die zwar ähnlichen aber meist viel zusammengesetzteren Vorgänge in der Natur Schlüsse ziehen wollen. In Bezug auf den vorliegenden besonderen Fall dürfte wohl außer dem ursprünglichen Experiment Spazier's die von den Geologen gemachte Beobachtung, daß sich Gypsfelsen an ihrer den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzten Oberfläche mit einer dünnen Schicht von kohlensaurem Kalk überziehen[29]), von einigem Gewicht sein und beweisen, daß die natürliche Feuchtigkeit der Atmosphäre in der That hinreicht, die in Zweifel gezogene Wirkung hervorzubringen. Die Ansicht, daß die Pflanzen weder den schwefelsauren Kalk, noch das schwefelsaure Ammoniak, sondern erst das sich wiederum aus letzterem bildende kohlensaure Ammoniak aufnehmen, ist übrigens mit der fraglichen Theorie der Gypsdüngung keineswegs unvereinbar, es scheint vielmehr dieser Vorgang dem bei Gelegenheit der Salpeterbildung erwähnten ganz analog zu sein. Der geehrte Leser wird sich erinnern, wie von Kuhlmann die Meinung ausgesprochen wurde, daß zwar die Salpetersäure an sich die Pflanze nicht mit Stickstoff versorgen könne, daß aber durch die Salpeterbildung der Stickstoff ebenfalls im Boden fixirt werde, bis die auf demselben wachsenden Pflanzen seiner bedürfen. Es ist ferner gar nicht nothwendig anzunehmen, daß das durch den Gyps fixirte Ammoniak ausschließlich aus der Atmosphäre stamme, worauf B. einen weiteren Einwurf gestützt hat; sondern es wird, selbst wenn der Gyps auf die Blätter des Klee's gestreut wird, stets ein nicht unerheblicher Theil auf den Boden fallen

---

29) Man sehe u. A. eine Abhandlung von Frapoli in Poggendorf's Annalen, Jahrgang 1846, No. 12.

und, da der Gyps ein in Wasser lösliches Salz ist, bei später fallendem Regen auch in den Boden gelangen, wo er das von der vorausgegangenen Mistdüngung herstammende kohlensaure Ammoniak in das entsprechende schwefelsaure Salz verwandelt. Diese Erklärung über die Wirkungsweise des Gypses läßt schon voraussehen, daß der gewünschte Erfolg einmal nur auf dungkräftigem Boden, aber auch hier lediglich dann eintreten kann, wenn der erforderliche Wechsel von feuchter und trockner Witterung zur gehörigen Zeit erfolgt; beide Folgerungen aus der aufgestellten Theorie werden durch die Erfahrung vollkommen bestätigt. Es ist ferner ganz richtig, daß die Samen unserer Getreidearten zu denjenigen Pflanzentheilen gehören, welche besonders reich an Stickstoff sind; dagegen ist das Stroh ziemlich arm daran. Wenn wir das Gesammtgewicht der Ernten von verschiedenen Culturgewächsen mit ihrem relativen Stickstoffgehalt in Beziehung bringen, so finden wir, daß es keineswegs die Getreidearten sind, welche den meisten Stickstoff erfordern, sondern gerade die Culturgewächse aus der Familie der Schmetterlingsblüther, auf welche der Erfahrung zufolge die Gypsdüngung vorzugsweise günstig wirkt. Wir wählen zur Bestätigung dieser Behauptung absichtlich Zahlenangaben, welche von Boussingault selbst herrühren; derselbe berechnet [30]) für einen sechsjährigen Turnus das Gewicht der Ernten und ihren (absoluten) Stickstoff-Gehalt in folgender Weise:

---

[30]) A. a. O. II, 202.

Art der Ernten.	Gewicht der Ernte im natürlichen Zustande.			Stickstoffgehalt d. Ernte.		
	Körner.	Stroh.	i. Ganz.	Körner.	Stroh.	i. Ganz.
	Kilogramm vom Hectare.					
Kartoffeln	—	—	12800	—	—	46,3
Weizen	1343	3052	4395	26,4	9,0	35,4
Kleeheu	—	—	5100	—	—	84,6
Weizen	1659	3770	5429	32,6	11,2	43,8
Stoppelrüben	—	—	9550	—	—	12,2
gedüngte Erbsen	1092	2790	3882	41,9	56,6	98,5
Roggen	1679	3731	5410	23,7	9,1	32,8

Wenn neuere Untersuchungen der gewöhnlichen Meinung entgegen gelehrt haben, daß die in den Ernten von Klee und Erbsen enthaltenen Gesammtmengen von Schwefel und Schwefelsäure nur unbedeutend sind, so verdient diese Erscheinung unsere volle Beachtung; sie findet aber gewiß eine ungezwungenere Erklärung, wenn wir annehmen, daß der Gyps nur zum kleinsten Theile als solcher aufgenommen werde, und zum größten Theile die mehr erwähnte Veränderung erleide, als wenn wir unsere Zuflucht zu der schwer zu beweisenden Hypothese nehmen, daß die Schwefelsäure des aufgenommenen Gypses auf dem einen oder dem anderen Wege von der Pflanze wieder ausgeschieden werde — eine Hypothese, welche allerdings hin und wieder Anklang gefunden hat [31]. Nach Boussingault [32]) enthalten die Ernten folgender Culturgewächse die dabei bemerkten Mengen von Schwefelsäuren und Kalkerde:

[31]) Schulze, Chemie f. Landw. I, 363.

[32]) Die Landwirthschaft ꝛc. II, 220.

Art der Ernte.	Gewicht der trockenen Ernte überhaupt.	Schwefelsäure.	Kalkerde.
	Kilogramm.		
Kartoffeln	3085	8,8	2,2
Topinamburs	5500	7,3	7,6
Weizen	3938	2,3	17,4
Hafer	2347	3,1	7,0
Klee	4029	7,7	76,3
Erbsen	3459	9,8	70,3

In Bezug auf die Erbsen habe ich mir eine Berichtigung der von B. angeführten Zahlen erlaubt, weil derselbe, wie aus der Vergleichung mit anderen Stellen hervorgeht, hier nur die Körner aber nicht das Stroh in Rechnung gezogen hat. Da er selbst nichts über die Zusammensetzung des Erbsenstrohes anführt, habe ich eine hierauf bezügliche Angabe von Sprengel benutzt, wonach in 100 Theilen reinem Erbsenstroh 0,337 Schwefelsäure und 2,73 Kalkerde enthalten sein sollen. Es ist noch zu bemerken, daß bei dem gewöhnlichen analytischen Verfahren auch der in den Proteïnverbindungen enthaltene Schwefel in der Form von Schwefelsäure erhalten wird und daher bei Aufführung der Resultate unter dieser Rubrik mit enthalten ist. Boussingault giebt zu, daß bei seinen Untersuchungen ein kleiner Verlust jenes Schwefelgehaltes stattgefunden haben könne, hält ihn aber für viel zu gering, um einen in der vorliegenden Frage irgend erheblichen Fehler herbeizuführen. Unter dieser Voraussetzung berechnet er die Menge Gyps, welche erforderlich gewesen sei, um den in der Kleeernte von 1842 vorgefundenen Gehalt an Schwefel und Schwefelsäure zu liefern, auf nicht

mehr als 10,2 Kilogramm für den Hectare d. i. 5,6 Pfd. preußisch für den Morgen und zwar bei einem Ertrage von 5000 Kilogramm Kleeheu vom Hectare oder etwa 25 Centner vom Morgen. Von Andern wird der Schwefel- und Schwefelsäuregehalt des Klee's freilich beträchtlich größer angegeben; so berechnet Sorby [33]) aus demselben, daß eine Kleeernte von 15 Tonnen Grünfutter pro Acre (d. i. wenigstens 37 Centner Kleeheu pro Morgen) dem Boden 45 englische Pfund (27,5 Pfd. pr. pro Morgen) Gyps entzieht. Letztere Quantität beträgt, selbst wenn wir sie auf den von Boussingault angenommenen niedrigeren Ertrag reduciren, mehr als dreimal soviel wie die Angabe des Letzteren, aber immer noch viel weniger als diejenige Menge, welche mit Vortheil bei der Gypsdüngung Anwendung findet.

Wenn Boussingault aus dem bedeutenden Kalkgehalt des Klee's schließt, daß die Gypsdüngung zu weiter nichts diene, als letzteren mit Kalkerde zu versorgen, so ist dem entgegen zu halten, daß den oben erwähnten Beobachtungen zufolge ein beträchtlicher natürlicher Kalkgehalt des Bodens sowie das Mergeln desselben das Gypsen keineswegs überflüssig, sondern — wenigstens was das Mergeln betrifft — gerade erst recht wirksam machen; einen weiteren Gegenbeweis liefert die weiter unten zu besprechende günstige Wirkung der Düngung mit Schwefelsäure, wobei wir gar keinen Kalk in den Boden bringen.

Aus einer gründlichen Erwägung aller der vorstehend angeführten Thatsachen und daran geknüpften Betrachtungen dürfte, wenn auch nicht mit unumstößlicher Gewißheit, doch

---

[33]) Siehe den aus dem Philosophical Magazine entlehnten Artikel „über den Schwefel- und Phosphorgehalt mehrerer Agriculturgewächse" in Dingler's polyt. Journal, Bd. CV, Seite 224.

mit größter Wahrscheinlichkeit hervorgehen, daß die zuerst von Spazier aufgestellte, später von Liebig adoptirte Erklärung über die Wirkungsweise des Gypses als Düngemittel im Wesentlichen die richtige sei, und daß, um es noch einmal in der Kürze zu wiederholen, der Nutzen dieser Düngung hauptsächlich in der Bildung von schwefelsaurem Ammoniak und in der dadurch bewirkten Fixirung des Ammoniaks bestehe; ich sage mit Absicht „hauptsächlich" und will keineswegs in Abrede stellen, daß ein kleiner Theil des aufgebrachten Gypses unverändert in die Pflanze übergehe und zur Bildung der in ihrer Asche vorgefundenen schwefelsauren Salze diene. Dieses Ergebniß unserer Untersuchungen hat übrigens ganz kürzlich noch eine neue Bestätigung erhalten durch die von einem gewissen Mène angestellten Versuche; derselbe fand nicht nur nach der Gypsdüngung vorher nicht vorhandenen kohlensauren Kalk im Boden, sondern will auch von der Anwendung anderer Säuren, welche ebenfalls mit dem Ammoniak nicht flüchtige Salze bilden, ganz dieselben Erfolge gehabt haben, wie von dem Gypsen [34]).

Als solche Nebenpunkte aber, welche noch einer vollständigeren Aufklärung durch weitere pflanzenphysiologische und agriculturchemische Forschungen bedürfen, möchte ich folgende zwei Fragen bezeichnen: Warum hat in den meisten Fällen ein Bestreuen der Kleeblätter mit Gyps einen besseren Erfolg als die Aufbringung zu einer Zeit, wo sich noch wenig oder keine Blätter entwickelt haben, und der Gyps unmittelbar auf

---

[34]) Dingler's polyt. Journal, CXIX, 306. (Aus dem Moniteur industriel 1850.)

den Boden fällt? Erklärungen wie die von einem „Schüler Thaer's" in den Oekonomischen Neuigkeiten [35]) können uns offenbar nicht genügen. Und zweitens: Warum wirkt die Gypsdüngung vorzugsweise auf die Gewächse aus der Familie der Schmetterlingsblüther und nicht auf die grasartigen Gewächse, während sich die Ammoniaksalze für diese so nützlich erweisen und nach der wissenschaftlichen Erklärung beide dazu dienen, die Pflanzen mit dem nöthigen Stickstoff zu versorgen? Bei dem Wintergetreide könnte der Grund vielleicht darin gesucht werden, daß seine Entwickelungsperiode in eine andere Jahreszeit fällt als die des Klee's; die Wiesengräser stimmen hierin aber mit dem Klee so ziemlich überein; es muß also wohl noch ein anderer in der abweichenden Organisation beider Pflanzenfamilien liegender Grund vorhanden sein, wodurch ihr verschiedenes Verhalten gegen die genannten Düngemittel bedingt wird.

Indem wir schließlich wieder zu dem rein praktischen Gesichtspunkte zurückkehren, lassen sich etwa folgende, aus den neueren Untersuchungen über den Gyps gewonnene Resultate hinstellen:

1) Wo die Gypsdüngung bisher noch nicht gebräuchlich war und nicht ganz entschiedene Beweise von der Wirkungslosigkeit derselben unter den gegebenen Verhältnissen vorliegen, verlohnt es sich gewiß der Mühe, wenn auch vorerst nur im Kleinen Versuche damit anzustellen, welche jedoch unbedingt mehrere Jahre hindurch fortgesetzt werden müssen, wenn sie zu einem entscheidenden Ergebniß führen sollen.

2) Im Voraus und ohne die Erfahrung um Rath befragt zu haben, läßt sich der Erfolg in keiner Weise fest-

[35]) Jahrgang 1844, Seite 689 u. f.

stellen, gar keine Aussicht auf einen solchen ist aber auf ausgesogenem Boden vorhanden. Es ist daher ein großer Fehler, wenn man glaubt, bei der Anwendung von Gyps an der Mistdüngung ersparen zu können; wir müssen im Gegentheil eine genügende Stärke der letzteren als eine unumgängliche Bedingung für die Wirkung des ersteren, und diese wiederum als das Mittel ansehen, unsere Misterzeugung auf das ökonomisch vortheilhafteste Maaß zu steigern. Zu diesem Behufe bringen wir

3) den Gyps vorzugsweise auf Klee und ähnliche Futtergewächse; bei Erbsen, Bohnen u. s. w. wirkt er mehr auf die Blattbildung als Körnererzeugung; bei allen andern Culturgewächsen aber ist der Erfolg zu unsicher und selbst im günstigen Falle zu unbedeutend, als daß die Gypsdüngung hier eine besondere Empfehlung verdiente.

4) Was die Art seiner Anwendung betrifft, so ist zuvörderst der ungebrannte Gyps dem gebrannten vorzuziehen [36]); die vortheilhafteste Menge scheint etwa 1½ Centner auf den Morgen zu sein [37]); man streut ihn im wohlgepulverten Zustande Ende April oder Anfang Mai, wenn die Blätter des Klee's den Boden bereits dicht bedecken, wo möglich bei feuchtwarmer Witterung aus, indem sich die neuerlich empfohlene frühere Aufbringung in der Mehrzahl der Fälle nicht bewährt hat.

Aehnliche Ansichten sind schon früher ausgesprochen worden und wir müssen einräumen, daß in der uns vorlie-

---

[36]) Abgesehen von den Kosten des Brennens lieferte bei den oben erwähnten Versuchen von E. Stöckhardt der gebrannte Gyps geradezu weniger.

[37]) 300 Kilogramm auf den Hectare sind ziemlich genau 1½ Centner auf den Morgen; die doppelte Menge wirkte nicht nur relativ sondern auch absolut weniger.

genden Periode obige Sätze eigentlich nur durch wiederholte Versuche besser begründet und außer Zweifel gestellt worden sind; originell ist dagegen die besprochene Erklärung von der Wirkungsweise des Gypses und eine darauf basirte Anwendung desselben, sowie andrer schwefelsaurer Salze oder auch der Schwefelsäure allein, welche bei der Behandlung des Stallmistes zur Sprache kommen wird.

Die sogenannten Surrogate des Gypses führen der Mehrzahl nach diesen Namen in so fern nicht ganz mit Recht, als sie wirklich Gyps enthalten, aber auch die Wirkung der übrigen beruht vielleicht auf einer im Boden vor sich gehenden Bildung von Gyps.

Man hat für solche Gegenden, wo sich kein natürlicher Gyps vorfindet, vorgeschlagen, denselben künstlich durch Zusammenbringen von Schwefelsäure und Kalkerde zu bereiten. Nun enthält die concentrirte englische Schwefelsäure (von 1,85 specifischem Gewicht) nur 82 eigentliche wasserfreie Schwefelsäure und der Gyps $46\frac{1}{2}$ Procent von dieser Säure; hätten wir also auch die Kalkerde ganz umsonst und kostete der Centner englische Schwefelsäure nur einmal soviel als der Ankaufspreis und die Transportkosten eines Centners von dem natürlichen Gyps, so würde doch die Anwendung des letztern immer noch wohlfeiler sein als die künstliche Bereitung — ja man hat sogar den obschon ebenfalls fehlgeschlagenen Versuch gemacht, umgekehrt die Schwefelsäure fabrikmäßig aus dem Gyps zu gewinnen. Eine andere Methode der künstlichen Gypsbereitung ist neuerlich in Frankreich versucht worden; wenn man nämlich gepulverten Schwefel mit gebranntem Kalk mengt, den man durch so viel Wasser gelöscht hat, daß das Gemenge noch überschüssige Feuchtigkeit zeigt, so bildet sich durch Aufnahme des atmosphä-

rischen Sauerstoffes allerdings Gyps. Der Professor Moll berichtete der Central-Ackerbau-Gesellschaft, daß man auf diese Weise aus 10 Kilogramm Schwefelpulver (im Preise von 4 Frank) und 100 Kilogramm gelöschtem Kalk ein Gemenge von 180 Kilogramm und darin 133 Kilogramm reinen Gyps erhalten habe. Es wurde jedoch bei dieser Gelegenheit von Sachverständigen eingehalten, daß die beabsichtigte Umwandlung in Gyps wohl nur eine unvollständige sein könne; namentlich Payen bezweifelte die ökonomischen Vortheile dieses Verfahrens und machte darauf aufmerksam, wie es viele andere und geeignetere Wege gäbe, auf denen wir uns gypshaltige Düngemittel in der Gestalt verschiedenartiger Abgänge aus Fabriken u. s. w, verschaffen könnten [38]).

Unter den übrigen schwefelsauren Salzen ist wegen seiner Billigkeit hauptsächlich der Eisenvitriol (grüne Vitriol, oder das schwefelsaure Eisenoxydul) als Ersatzmittel des Gypses in Frage gekommen. Die Fähigkeit, das Ammoniak zu fixiren, besitzt auch der Eisenvitriol; bei der Anwendung von Salzen zur Düngung kommt aber noch ganz besonders der Grad der Löslichkeit und die etwaige Wirkung der Basis in Betracht. In ersterer Beziehung besitzt gerade der Gyps einen wesentlichen Vorzug in seinem äußerst günstigen Grade der Löslichkeit, während der Eisenvitriol so leicht löslich ist, daß er dadurch häufig den Pflanzen geradezu nachtheilig wird, und nur mit großer Vorsicht angewendet werden darf. Das Radical der in dem Eisenvitriol enthaltenen Basis, das Eisen gehört ohne Zweifel zu den der Mehrzahl der Pflanzen unentbehrlichen Elementen; man will auch hin und wieder die Beobachtung gemacht haben, daß bleichsüchtige Pflan-

[38]) Annales de l'Agriculture francaise par M. Tessier; 4. serie, tome XIX, page 396.

zen durch eine Düngung mit Eisenvitriol geheilt werden [39]) und wenn wir hiermit die Versuche des Fürsten Salm-Horstmar zusammenhalten, bei denen der Mangel an Eisen im Boden dasselbe Uebel hervorrief, so sind wir wohl genöthigt anzunehmen, daß in jenen Fällen die Basis des Eisenvitriols einen wesentlichen Antheil an der Wirkung gehabt hat; in der Regel aber enthält der Ackerboden schon von Natur so viel Eisen, daß wir der Mühe überhoben sind, dasselbe künstlich zuzuführen. Dieser Umstand und die bisherigen Erfahrungen sprechen keineswegs für die Aufnahme des Eisenvitriols unter unsere Düngemittel, wohl aber kann es unter Umständen zu einem bisher nur vorläufig erwähnten Zwecke die Stelle des Gypses mit Nutzen vertreten, nämlich um das in dem Stallmist und der Jauche enthaltene Ammoniak zu fixiren, wovon weiter unten ein Mehres.

Mit dem Glaubersalz oder schwefelsaurem Natron sind in den Jahren 1849 und 1850 Versuche von Wolff angestellt worden [40]). Es wurde direct auf Gerste, Hafer und Buchweizen angewendet und zeigte bei der Gerste und dem Buchweizen keine, in größeren Quantitäten eher eine nachtheilige als günstige Wirkung, nur der Strohertrag des Hafers wurde merklich dadurch gesteigert; in dem darauf folgenden Jahre trat dagegen durchgängig eine ziemlich günstige Nachwirkung bei dem Klee ein. Vergleichen wir diese Resultate mit denen der schon oben erwähnten über Gypsdüngung von E. Stöckhardt angestellten Versuche, bei welchen Wolff ebenfalls mitgewirkt zu haben scheint, und

---

[39]) Oek. Neuigkeiten und Verh. Jahrgang 1848, S. 359. W. Löbe's Jahrbuch der Landwirthschaft f. d. J. 1848, S. 21.

[40]) Die naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaus ꝛc. I, 416.

stellen die günstigsten der bei beiden Versuchsreihen erzielten Resultate einander gegenüber, so ergiebt sich Folgendes:

300 Kil.	Gyps	liefert. ein. Mehrertr. v.	3500 Kil.	grün. Klee p. Hect
1148 =	Glaubers. =	= = =	13380 =	= = = = =

Diese absoluten Mehrerträge stehen nahezu in demselben Verhältniß wie die angewandten Mengen der betreffenden Düngemittel; betrachten wir aber vorstehende Mehrerträge relativ, d. h. im Vergleich zu den ohne Düngung erzielten Erträgen (24000 Kilogramm bei der ersten und 17928 Kilogramm bei der zweiten Versuchsreihe) so stellt sich ein noch etwas günstigeres Verhältniß für das Glaubersalz heraus, indem hiernach dieses Salz um $\frac{1}{3}$ theurer bezahlt werden könnte als der Gyps, der factische Preis des ersteren beträgt jedoch in der Regel das 3= bis 4fache von dem des letzteren. Es läßt sich demnach kaum ein Fall denken, wo der Ersatz des Gypses durch Glaubersalz ökonomisch vortheilhaft erscheinen könnte, man müßte denn geltend machen, daß dem angeführten Versuche zufolge, welchen man übrigens andere, für den Gyps noch bei weitem günstiger ausgefallene gegenüber stellen könnte, das Glaubersalz eine nützliche Anwendung in bei weitem größeren Mengen zu gestatten scheint als der Gyps, oder man müßte annehmen, daß bei einer directen Anwendung des ersteren auf den Klee schon kleinere Quantitäten dieselbe Wirkung hervorzubringen im Stande wären, ein Punkt, welcher wohl durch weitere Versuche ins Klare gebracht zu werden verdiente. Im Uebrigen stimmt der wirkliche Preis des Glaubersalzes so ziemlich mit dem Werthe ($\frac{1}{2}$ Silbergroschen pro Pfund) überein, welchen A. Stöckhardt[41]) den Natronsalzen überhaupt beilegt, wäh=

---

[41]) Chemische Feldpredigten für deutsche Landwirthe, I, 144.

rend das kohlensaure Natron in Gestalt der Soda, wie sie im Handel vorkommt, beträchtlich theurer ist. Von einem anderen schwefelsauren Salze, dem Bittersalz, sagt Wolff [42]), daß er bei dessen Anwendung auf Gerste, Hafer, Buchweizen und Klee durchweg eine günstige Wirkung wahrgenommen habe, ohne jedoch nähere Zahlenangaben hinzuzufügen.

Vor einiger Zeit wurden von mehren Seiten der verdünnten Schwefelsäure sehr auffallende Wirkungen nachgerühmt. Der erste Anstoß zu Versuchen mit diesem neuen Düngemittel war von Frankreich ausgegangen; man behauptete dort, mit 2 Litre concentrirter Schwefelsäure, in 1000facher Verdünnung auf 1 Hectare (d. i. noch nicht ½ Quart auf den Morgen) ausgegossen, dasselbe ausgerichtet zu haben, wie mit 3 Hectoliter Gyps [43]) was auf den Morgen 1,4 Berliner Scheffel betragen würde. Diese Versuche sind u. A. von dem Oekonomie-Commissar Lincke in Weissenfels so wie von dem Inspector Tinzmann zu Laasnig in Schlesien wiederholt worden. Ersterer erhielt bei der Anwendung von 2 Pfd. 2 Lth. Schwefelsäure auf einen Morgen Wiese einen Mehrertrag von 20 pCt. [44]). Tinzmann wandte reichlich die doppelte Menge auf Kleeland an und erhielt bei 1000facher Verdünnung 16 Ctr. 40 Pfd. Kleeheu vom Morgen, während das ungedüngte Land gleicher Beschaffenheit nur 11 Ctr. 50 Pfd. lieferte; derselbe versuchte auch concentrirtere Mischungen bis zur 100fachen Verdünnung; augenblicklich litt der Klee darunter mehr oder weniger, der üppige

---

[42]) Naturgeſ. Grundlagen ꝛc. I, 613.

[43]) Girardin et Dubreuil, Cours élémentaire d'agriculture, I, 257.

[44]) Amtl. Bericht über die VII. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Altenburg, Seite 396.

Nachwuchs ersetzte jedoch diesen Schaden reichlich und die Erträge waren bei 500facher Verdünnung: 15 Ctr. 15 Pfd., bei 200facher Verdünnung: 14 Ctr. 35 Pfd.; bei 100facher Verdünnung findet sich sogar ein Ertrag von 18 Ctr. angegeben; der Referent Lincke vermuthet jedoch, daß sich hier ein Irrthum eingeschlichen habe. Was die Nachwirkung betrifft, so lieferte die auf den Klee folgende Gerste

1) auf dem Stück, welches die Schwefelsäure-Düngung in 1000facher Verdünnung erhalten hatte:
9 Scheffel $12\frac{1}{2}$ Metze Körner und 9 Ctr. 90 Pfd. Stroh;
2) auf dem ungedüngten Theile:
7 Scheffel $\frac{1}{2}$ Metze Körner und 7 Ctr. $17\frac{1}{2}$ Pfd. Stroh.

Obiges Verfahren ist von Lincke später dahin abgeändert worden, daß er $2\frac{1}{16}$ und beziehentlich $4\frac{1}{8}$ Pfd. Schwefelsäure nicht mit der 1000fachen Menge Wasser, sondern nur etwa mit dem 20fachen Gewicht verdünnter Jauche vermischte, mit dieser Mischung 4 Berliner Scheffel Braunkohlenasche benetzte und letztere auf einen Morgen ausstreuen ließ, wozu das gewöhnliche Sätuch benutzt wurde. Nach der angegebenen Düngung wurden erbaut:

1) Esparsetteheu . .	28	Ctr.;	ungedüngt	17	Ctr.	p. Morg.
2) Roggen, Körner .	$7\frac{1}{8}$	Schfl.;	=	$5\frac{5}{8}$	Schfl.	= =
3) Hafer	$9\frac{7}{16}$	=	=	$5\frac{13}{16}$	=	= =

Die auf dieselbe Weise gedüngten Erbsen wuchsen sehr üppig ins Kraut, setzten aber wenig Samen an; bei letzteren, sowie bei Nr. 1 war die geringere, bei Nr. 2 und 3 die größere Menge Schwefelsäure in Anwendung gekommen.

Herr Tinzmann hat sich hierdurch veranlaßt gesehen, seine bereits erwähnten Versuche i. J. 1844 mit neuen Abänderungen zu wiederholen, wobei er namentlich auch die Mischung von Schwefelsäure und Asche in Anwendung

brachte, statt der Braunkohlenasche aber Holzasche und statt der mit Regenwasser verdünnten Jauche Quellwasser verwendete. Die sogleich auf die Fläche eines Morgens reducirten Resultate waren folgende [45]):

Nummer des Versuchs.	Art des Düngemittels.	Quantität des Düngemittels.	Ertrag an Kleeheu. Ctr.	Ertrag an Kleeheu. Pfd.	Differenz gegen No. 10. Ctr.	Differenz gegen No. 10. Pfd.
1.	Schwefelsäure Holzasche	3 Pfd. 4 Schfl.	15	7	5	63
2.	Salzsäure Holzasche	2 Pfd. 4 Schfl.	13	46	3	72
3.	Schwefelsäure Holzasche	3 Pfd. 4 Schfl.	12	102	3	58
4.	Salzsäure Holzasche	2 Pfd. 4 Schfl.	12	66	3	12
5.	Schwefelsäure Düngekalk	3 Pfd. 1½ Ctr.	10	106	1	52
6.	Schwefelsäure Salzsäure Holzasche	1½ Pfd. 1½ Pfd. 4 Schfl.	13	28	2	84
7.	Düngerkalk	180 Pfd.	10	52	—	108
8.	Marmorgyps	180 Pfd.	11	32	1	88
9.	Holzasche	180 Pfd.	10	88	1	34
10.	Ungedüngt	—	9	54	—	—

[45]) Bericht über die VIII. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu München, S. 249.

Die Größe jeder einzelnen Parcelle betrug bei diesen Versuchen nur 10 □Ruthen; auf Veranlassung des Landes-Oekonomie-Collegiums zu Berlin aber hat Herr Tinzmann dieselben später auf größere Flächen zu je $\frac{1}{2}$ Morgen ausgedehnt und dabei, wie es scheint, gleich günstige Resultate von der Düngung mit Schwefelsäure erhalten [46]).

In den zuletzt erwähnten Fällen können wir die beobachtete Wirkung nicht mit Sicherheit der Schwefelsäure allein zuschreiben; aber auch in Bezug auf das ursprüngliche Verfahren sind verschiedene Erklärungen aufgestellt worden. Einige haben geglaubt, die Schwefelsäure werde den damit gedüngten Pflanzen dadurch nützlich „daß sie die Feuchtigkeit anzieht;" betrachten wir diese Ansicht, welche auch schon in Bezug auf mehre andere Düngungsmittel ausgesprochen worden ist, etwas näher, so zeigt sie sich sofort als unhaltbar. Ein Körper, welcher eine starke Anziehungskraft für das Wasser besitzt, giebt dasselbe so wenig an die mit ihm in Berührung kommenden Pflanzenwurzeln ab, als ein Geizhals geneigt ist, seinen Nachbarn etwas von dem zusammengescharrten Geld zukommen zu lassen. In der oben angegebenen Verdünnung nimmt die Schwefelsäure freiwillig kein Wasser mehr auf; beruhte nun ihre Wirkung lediglich darauf, daß sie den Klee u. s. w. mit der nöthigen Feuchtigkeit versorgt, so würden wir diesen Zweck offenbar noch vollständiger erreichen, wenn wir die zur Verdünnung benutzte Wassermenge ohne die Säure aufführten. Das Chlorcalcium ist derjenige Körper, welchem die fragliche Eigenschaft bekanntlich im höchsten Grade zukommt; er müßte also, wenn jene Erklärung richtig wäre, ein ganz besonders

---

[46]) Annalen d. Landw. in d. k. pr. Staaten, Bd. VII, S. 178.

wirksames Düngemittel abgeben; bei den von Kuhlmann in den Jahren 1844 bis 1846 angestellten Versuchen hat aber eine damit gedüngte Wiese während dieser drei Jahre 659 Kilogramm weniger Heu und Grummet geliefert, als der nicht gedüngte Theil derselben Wiese [47]). Andere haben in der Düngung mit Schwefelsäure nichts weiter sehen wollen, als das Mittel, eine künstliche Gypsbildung im Boden einzuleiten; jene Düngung würde dann natürlich denselben ökonomischen Einwürfen unterliegen, welche wir bereits bei Besprechung der letzteren geltend gemacht haben. Der Umstand, daß unter derselben Voraussetzung ein gewisser natürlicher Kalkgehalt des Bodens eine nothwendige Bedingung des Erfolges sein würde, ist von minderer Erheblichkeit, indem so viel Kalkerde, als jene geringe Menge Schwefelsäure zu ihrer Bindung erfordert, in den meisten Fällen vorhanden sein wird; aber eben die geringe Menge Schwefelsäure, welche sich erfahrungsmäßig schon wirksam zeigt, beweist, daß auch diese Erklärung nicht die richtige sein könne. Wir sind nach den vorliegenden Thatsachen wohl genöthigt anzunehmen, daß die Schwefelsäure, ohne vorher eine Verbindung mit Kalkerde einzugehen, ihre Wirkung äußere, welche der Art nach der des Gypses zwar zu vergleichen ist, dem Grade nach diese aber bei weitem übertrifft. Bei Beleuchtung der verschiedenen Theorien über die Gypsdüngung hatten wir uns für diejenige entschieden, nach welcher ihre Wirkung hauptsächlich auf der Fixirung von Ammoniak beruht; diese Erklärung würde auch auf den gegenwärtigen Fall ganz gut passen; der Umstand, dessen wir bei jener Gelegenheit als eines Einwurfes gedachten, daß nämlich die vorausgesetzte Fixirung

---

[47]) Expériences chimiques et agronomiques, page 76 et 77.

des Ammoniaks durch den Gyps nur unter gewissen Bedingungen und daher in der Wirklichkeit wahrscheinlich nur unvollständig stattfindet, wird gleichzeitig den Grund enthalten, warum schon eine kleine Quantität Schwefelsäure viel kräftiger wirkt, als die entsprechende Menge Gyps.

Legen wir die vorstehend mitgetheilten Zahlenangaben unverändert zu Grunde, so stellt sich die Kostenberechnung der Düngung mit Schwefelsäure sehr günstig im Vergleich zu der mit Gyps. An der bereits citirten Stelle bei Girardin und Dubreuil werden die für einen Hectare erforderlichen 2 Liter Schwefelsäure mit 1 Frank (d. i. etwas über 2 Silbergroschen auf den preußischen Morgen) und die von 3 Hectoliter Gyps mit 5 Frank 40 Cent. (oder 11 Silbergroschen 4½ Pfennig pro Morgen) in Ansatz gebracht. Bei dem Preise von 4 Thaler für den Centner Schwefelsäure stellt sich 1 Pfund auf 1 Silbergroschen 1 Pfennig, also 3 Pfund auf 3 Sgr. 3 Pf., während 1½ Centner Gyps selten unter ½ Thlr. zu haben sein werden. Nehmen wir aber auch an, daß bei obigen Angaben einige Uebertreibungen untergelaufen seien, daß man sich durch eine gewisse Vorliebe für das neue Düngemittel habe verleiten lassen, nur die günstigsten Resultate mitzutheilen, so bleibt doch noch genug übrig, was unsre Beachtung in hohem Grade verdient, und den strebsamen Landwirth zu weiteren Versuchen auffordern muß. Zu diesem Behufe machen wir noch darauf aufmerksam, wie der Werth der käuflichen Schwefelsäure leicht aus ihrem specifischen Gewicht ermittelt werden kann. Die käufliche Schwefelsäure besteht nämlich gewöhnlich aus einem Gemenge von Wasser und concentrirter Säure; der Gehalt an letzterer ist hierbei natürlich maaßgebend; wir entlehnen daher aus

Schulze's Chemie für Landwirthe[48]) nachstehende Tabelle, worin die den verschiedenen specifischen Gewichten eines solchen Gemenges entsprechenden Gehalte von concentrirter Säure in Procenten angegeben sind:

Specifisches Gewicht.	Procente Schwefelsäure.	Specifisches Gewicht.	Procente Schwefelsäure.
1,8485	100	1,3440	45
1,8376	95	1,2999	40
1,8115	90	1,2572	35
1,7673	85	1,2184	30
1,7120	80	1,1792	25
1,6520	75	1,1410	20
1,5975	70	1,1019	15
1,5390	65	1,0682	10
1,4360	55	1,0336	5
1,3884	50	1,0000	0

Die Oppelsdorfer Schwefelkohle ist eine Braunkohle, welche unweit Zittau im Königreich Sachsen gegraben wird, sehr reich an feinvertheiltem Schwefeleisen ist, und deßhalb, so wie wegen des bedeutenden Aschenrückstandes nur einen äußerst geringen Werth als Brennmaterial hat. Dagegen zeigte sich ihre Asche als ein besonders wirksames Düngemittel auf Klee u. a. Gewächse, welche als dankbar für eine Gypsdüngung bekannt sind. Dieß wurde später Veranlassung, Versuche mit der directen Anwendung dieser Braunkohle anzustellen, welche noch günstiger ausfielen. Die frischgegrabene Kohle wird in etwa 4 Fuß hohe Haufen

[48]) Band I, Seite 141.

aufgeschichtet und ein paar Monate lang der Verwitterung ausgesetzt, wobei sich unter Aufnahme von Sauerstoff Eisenvitriol u. a. schwefelsaure Salze bilden. Professor A. Stöckhardt fand in einer von ihm untersuchten Probe der (verwitterten) Schwefelkohle

1)	Wasser.	9,5	Procent.
2)	Schwefels. Eisenoxydul	16,3	„
3)	„ Thonerde	5,6	„
4)	Alkalisalze.	0,4	„
5)	Gyps	0,7	„
6)	Organische in Wasser lösliche Stoffe .	2,7	„
7)	Kohlensaure Kalkerde	4,5	„
8)	„ Talkerde	0,4	„
9)	Eisenoxyd und Thonerde mit Spuren von Phosphorsäure.	5,5	„
10)	Organische in Säuren lösliche Stoffe	1,1	„
11)	Unorganische, weder in Wasser noch in Säuren lösliche Stoffe (Sand, Thon u. s. w.)	37,6	„
12)	Organische unlösliche Stoffe	15,7	„

Die in Wasser löslichen Bestandtheile (2. bis 6.) betrugen mithin zusammen 25,7, die in Säuren löslichen aber (7. bis 10.) 11,5 Procent. [49])

Der Erfolg der Düngung mit dieser Oppelsdorfer Schwefelkohle scheint, nach dem Absatz zu schließen, in dem benachbarten Böhmen ein noch größerer zu sein, als in der unmittelbaren Umgebung ihres Fundortes; er ist ferner wie der der Gypsdüngung abhängig von einem durch vorausge-

---

[49]) Siehe: Landw. Zeitschrift, Organ der landw. Vereine i. K. Sachsen 2c. Jahrgang 1849, Seite 239 u. f.

gangene Mistdüngung gekräftigten Zustande des Ackers und verschwindet auf magerem Sandboden, wogegen der Kalkgehalt des Bodens die Wirkung unterstützt. Die eine Bodenart verträgt mehr von diesem Düngemittel als die andre; auf gutem namentlich kalkhaltigen Boden und bei gleichzeitiger Anwendung andern Düngers können größere Mengen ausgestreut werden; unter den entgegengesetzten Umständen aber kann man leicht zu viel thun, und dadurch mehr schaden als nützen. Durch die bisherige Praxis haben sich etwa 2 bis 3 Centner auf den Morgen als die für die meisten Fälle vortheilhafteste Quantität herausgestellt. Ich sehe mich leider außer Stande, bestimmte Zahlenangaben über die dadurch erzielten Mehrerträge mitzutheilen; ein gewisser Rosenthal führt an [50]), daß bei einem vergleichenden Versuche

1) ohne alle mineralische Düngung	14 Ctr.	82 Pfd.	Klee
2) nach 1 Ctr. Gyps	18 „	73 „	„
3) nach 1 Metze [51]) Steinkohlenasche	34 „	17 „	„
4) nach 1 Metze Schwefelkohle .	42 „	98 „	„

erzielt worden seien, was ich jedoch für eine Uebertreibung halten möchte; durch die auf dem Folgengute bei Tharand angestellten Versuche [52]) aber wurde ein besonderer Zweck verfolgt, so daß sie hier ebenfalls nicht für maaßgebend gelten können. Der Gegenstand scheint bis jetzt nur ein ganz lokales Interesse zu haben, indeß ist wohl zu vermuthen, daß man bei genaueren Nachforschungen auch anderwärts Braunkohlen auffinden würde, welche sich wie die Oppelsdorfer

---

[50]) Oekon. Neuigkeiten u. Verh. Jahrgang 1842, Seite 686.

[51]) A. a. O. steht zwar „Berliner“ es ist aber wahrscheinlich die Wiener Metze gemeint.

[52]) Landw. Zeitschrift, 1849, Seite 331.

Schwefelkohle zur directen Anwendung als Düngemittel eignen, indem man von der Asche mancher Braunkohlenarten schon längst eine der des Gypses ähnliche Wirkung wahrgenommen hat. [53])

Die in den Salinen unter dem Namen „Düngesalz“ verkäuflichen Abfälle enthalten nur noch sehr wenig Kochsalz, dagegen beträchtliche Mengen Gyps, weßhalb wir genöthigt sind, ihre bekannte Wirkung hauptsächlich dem letzteren Bestandtheil zuzuschreiben. Professor A. Stöckhardt untersuchte 6 verschiedene Sorten Düngesalz und fand sie in nachstehender Weise zusammengesetzt: [54])

Bestandtheile.	No. I.	No. II.	No. III.	No. IV.	No. V.	No. VI.
Kochsalz . . .	18,4	9,6	5,2	1,1	0,9	0,7
Glaubersalz . .	5,8	6,4	5,0	0,8	1,1	0,8
Chlorcalcium . } Chlormagnesium }	4,3	1,6	2,1	1,3	0,6	0,3
Gyps	54,3	66,9	74,9	78,0	81,9	78,6
Kohlens. Kalk. .	2,5	4,8	3,6	5,6	6,9	8,6
Kieselerde, Thon, } organische Stoffe }	14,7	10,7	9,2	13,2	8,6	11,9

No. I. stammte aus der Saline zu Staßfurth.
" II. " " " " " Kötzschau.
" III. " " " " " Teuditz.
" IV. " " " " " Dürrenberg.
" V. u. VI. " " " " " Schönebeck.

Bei weitem geringer ist der Gypsgehalt des Gaskal-

[53]) Man sehe u. A. Schwerz, Anleitung z. prakt. Ackerbau, I, (3. Auflage) Seite 80.

[54]) Zeitschrift für deutsche Landwirthe; 1850, Seite 332.

kes, welchen man als Nebenproduct bei der Bereitung des Leuchtgases erhält; zwei von demselben Chemiker untersuchte Proben enthielten: [55])

Bestandtheile.	No. I.	No. II.
Wasser	4,5	4,0
Gyps mit Spuren von Aetzkalk . .	8,5	9,3
Kohlensaure Kalk- und Talkerde . .	45,5	43,8
Phosphorsaurer Kalk	0,3	0,4
Eisenoxydul, Thonerde und in Säuren lösliche organische Substanzen	9,0	10,1
Kieselerde, Thon und in Säuren unlösliche organische Substanzen	32,4	32,5

Der Gaskalk hat hiernach als Ersatzmittel des Gypses nur einen untergeordneten Werth; inwieweit dieser durch die organischen Bestandtheile erhöht wird, scheint durch die vorliegenden Beobachtungen noch nicht gehörig ermittelt; jedenfalls aber ist das weiter unten zu besprechende Ammoniakhaltige Gaswasser, welches ebenfalls von den Gasbereitungsanstalten geliefert wird, ein ungleich werthvolleres Düngemittel.

Auf die phosphorsauren Salze legt die Liebig'sche Schule ein noch bei weitem größeres Gewicht als auf die bisher besprochenen schwefelsauren Salze. Erstere sind ein niemals fehlender Bestandtheil des gewöhnlichen Stallmistes; bei der so sehr zusammengesetzten Natur dieses Düngemittels kann aber seine Wirksamkeit nicht wohl als ein entscheidender Beweis für die eines einzelnen Bestandtheils angeführt werden; bei weitem schwerer fallen dagegen die in neuerer Zeit

[55]) Landw. Zeitschr. 1849, Seite 252.

mit der Knochendüngung erzielten günstigen Erfolge ins Gewicht, und es hat sich in dieser Beziehung die schönste Uebereinstimmung der Theorie mit der Praxis gezeigt. In England hat man schon längst die Wichtigkeit der Knochen als Düngung erkannt und ganze Schiffsladungen davon auf dem Festlande aufgekauft[56]). Hier war es besonders die sächsische Oberlausitz, welche zuerst anfing, das Beispiel Englands nachzuahmen und statt sich dieses wirksame Mittel zur Erhöhung der Fruchtbarkeit länger entgehen zu lassen, selbst einen ausgedehnteren Gebrauch davon machte. Der Amtmann Gühler in Ullersdorf, welcher 1837 eine Knochenmühle angelegt hatte, berichtete in der Mitte des vorigen Decenniums dem Zittauer Bezirksverein, daß in der Lausitz bereits jährlich gegen 75000 Ctnr. Knochenmehl verfertigt und abgesetzt würden, ohne der Nachfrage vollständig zu genügen[57]). Mehre der dortigen Wirthschaften hatten sogar ihr Nutzvieh ganz abgeschafft, verkauften ihr Futter und Stroh und düngten lediglich mit Knochenmehl. Bei gleichzeitigem starkem Körnerbau zeigte sich allerdings eine Abnahme der Erträge; Wirthschaften dagegen, welche einen zweckmäßigen Fruchtwechsel beobachteten, scheinen dieses System bis zur neusten Zeit ohne merklichen Nachtheil befolgt zu haben. Aus einer Zusammenstellung der auf diesen Gegenstand bezüglichen Beobachtungen, welche in den landwirthschaftlichen Vereinen Sachsens mitgetheilt worden sind[58]), ergiebt sich, daß die

---

[56]) Nach einer aus dem Farmer's Magazine entlehnten Angabe in Lengerke's Annalen d. Landw. V, 216, sollen i. J. 1830 für 58000, i. J. 1837 für 254600 Pf. St. Knochen in England eingeführt worden sein.

[57]) Landw. Zeitschrift 2c. f. d. K. Sachsen, 1846, Seite 63.

[58]) A. a. O. 1848, Seite 240 u. f.

Knochendüngung mit Ausnahme des Sandbodens überall von einem befriedigenden Erfolge begleitet war. Man schätzte den Werth eines Centners Knochenmehl wenigstens dem eines vierspännigen Fuders Mist gleich, und die Dauer der Wirkung des erstern auf 3—6 Jahre. Die angewendeten Mengen schwankten zwischen 4 und 20 Centnern auf den sächsischen Acker[59]). Aehnliches berichtet der Wirthschaftsrath Drobnik in den Oekonomischen Neuigkeiten[60]); derselbe erhielt nach einer Düngung von 10 Centnern Knochenmehl auf $\frac{1}{3}$ Joch[61]) etwas bessere Weizen- und Roggenernten als nach 100 Centnern animalischen Düngers (Stallmist), die Erträge verdoppelten sich aber beinahe nach gleichzeitiger Anwendung beider Düngemittel in der halben Stärke d. h. 50 Ctr. Mist und 5 Ctr. Knochenmehl.

Die thierischen Knochen werden in sehr verschiedener Gestalt zur Düngung verwendet, wodurch sich manche scheinbare Widersprüche in den Erfahrungen der praktischen Landwirthe leicht erklären lassen. Berzelius fand in den frischen, jedoch von Markfett, Wasser und der Knochenhaut bereits befreiten Ochsenknochen:

Knorpel und Gefäße	33,30 $\frac{0}{0}$
Basisch phosphorsaure Kalkerde nebst etwas Fluorcalcium .	57,35 „
Kohlensaure Kalkerde	3,85 „
Phosphorsaure Talkerde . . .	2,05 „
Natron mit sehr wenig Kochsalz	3,45 „
	100,00 „

[59]) 1 sächs. Acker = 2,17 Magdeb. Morgen.

[60]) Jahrgang 1841, Seite 697.

[61]) Das österr. Joch ist nur unbedeutend größer als der sächs. Acker.

In dem organischen, durch Feuer zerstörbaren Theile der Knochen, welcher aus dem stickstoffreichen Knorpel und dem in vorstehender Analyse nicht mit aufgeführten Knochenfett besteht, suchte man früher beinahe ausschließlich ihre Wirksamkeit. So sagt Thaer[62]: „Man brennt sie (die Knochen) wohl auch zu Asche, die freilich als Düngemittel nicht ganz unwirksam ist, aber doch nur aus phosphorsaurem Kalk besteht, aus welchem der wirksame thierische Leim ganz ausgetrieben ist."

Liebig[63]) und Petzholdt[64]) dagegen sprechen nur von den in den Knochen enthaltenen phosphorsauren Salzen. In der That liegen Erfahrungen vor, wo die gebrannten Knochen wenigstens eine raschere und darum augenfälligere Wirkung äußerten als die frischen, und welche daher von den zuletzt genannten Männern als Beweise für ihre Ansicht geltend gemacht worden sind. Die an sich richtige Thatsache läßt jedoch sehr wohl noch eine andere Erklärung zu. Die frischen, namentlich nur grob zerkleinerten Knochen erleiden im Boden eine ziemlich langsame Zersetzung ihrer organischen Substanz und dann ist die auf diese Weise aufgeschlossene phosphorsaure Kalkerde immer noch nicht direct assimilirbar für die Pflanzenwurzeln, indem sie in reinem Wasser unlöslich ist, sondern es muß erst eine Einwirkung der im Boden nur in geringer Menge vorhandenen und an sich ziemlich schwachen Säuren vorausgehen, eine Einwirkung, welche bei den gebrannten Knochen sofort beginnen kann, weshalb letztere schneller wirken. Hierzu kommt noch ein

---

62) Grundſ. d. rat. Landw. II, 221.

63) Die Chemie in ihrer Anw. auf Agricultur ꝛc. Seite 216 und 240.

64) Agriculturchemie, Seite 310.

anderer Umstand, welcher selbst von den neuern englischen Schriftstellern über diesen Gegenstand nicht gehörig beachtet worden zu sein scheint. Das in den Knochen enthaltene Fett geht nämlich leicht mit dem Kalk eine seifenartige aber unlösliche Verbindung ein, welche die Knochen vor weiterer Zersetzung schützt[65]). Ueberdies haben directe Versuche gelehrt, daß den Fettsubstanzen an sich überhaupt gar nicht, wie man früher glaubte, düngende Eigenschaften zukommen. Das Markfett ist daher nicht nur ein für unsere Zwecke völlig werthloser, sondern geradezu ein hinderlicher Bestandtheil der Knochen, und es ist unmöglich zu einem entscheidenden Resultat zu gelangen, wenn wir, wie Hannam in seiner Preisschrift über diesen Gegenstand[66]), Knorpel und Fett unter dem Namen der organischen Bestandtheile zusammenfassen. Anders verhält es sich mit dem stickstoffreichen Knorpel, welchen wir jedenfalls für eine schätzbare Zugabe halten müssen; wir sind nicht einmal genöthigt, nur nach Analogie aus seiner chemischen Zusammensetzung auf seine düngenden Kräfte zu schließen, indem man letztere durch Anwendung derselben Substanz in der Gestalt von Leimwasser direct erkannt hat. Knochen, deren Knorpel nicht absichtlich durch Feuer zerstört oder zum Behufe der Leimbereitung ausgezogen worden ist, welche aber längere Zeit atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesen sind, haben je nach der Dauer dieser Einwirkung mehr oder weniger von ihrem ursprünglichen Gehalt an Knorpel und somit an Stickstoff verloren. Es kann uns aus diesem Grunde nicht Wunder nehmen, wenn die im Handel

---

[65]) Boussingault, die Landw. ꝛc. II, 66.

[66]) Journal of the royal agric. society of England, vol. VI, page 49.

vorkommenden Sorten Knochenmehl, obschon angeblich aus frischen Knochen bereitet, erhebliche Schwankungen in ihrer Zusammensetzung zeigen. Selbst die zur Leimfabrikation benutzten Knochen haben gewöhnlich bei weitem noch nicht alle organische Substanz verloren. In den gebrannten Knochen ist entweder die organische Substanz vollständig zerstört — weißgebrannte Knochen — oder sie ist nur verkohlt — Knochenkohle. Der völlig unzersetzbaren Kohle der letzteren können wir nicht wohl eine düngende Wirkung zuschreiben, sondern haben dieselbe lediglich in der phosphorsauren Kalkerde zu suchen. Hat aber eine solche Knochenkohle bereits zum Entfärben des Zuckers gedient, so finden wir darin wieder zurückgehaltene organische Stoffe, welche ihren Düngerwerth erhöhen. Wir entlehnen aus Stöckhardt's „chemischen Feldpredigten“ [67]) folgende Analysen, von denen sich No. I, II und III auf drei verschiedene im Handel vorkommende Sorten Knochenmehl, aus mehr oder weniger frischen Knochen bereitet, beziehen; No. IV sind ganz frische Knochen sammt den noch daran hängenden Flechsen; No. V ist Strehlaer Knochenmehl, gewonnen aus Knochen, welche bereits zur Leimfabrikation gedient haben, dann mit Wasserdämpfen behandelt, wieder getrocknet und sehr fein gepulvert wurden; No. VI sind weißgebrannte Knochen; No. VII eine noch nicht gebrauchte Knochenkohle und No. VIII eine bereits benutzte, sogenannte Zuckerkohle.

---

[67]) Abth. I, Seite 174, 185 u. 189.

Bestandtheile.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Wasser	5	11	14	9	10	—	—	8
Verbrennliche Stoffe	33	34	28	49	20	—	—	33
(Darin Stickstoff	5	$4\frac{1}{2}$	4	$6\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{3}$	—	—	2)
Phosphors. Erden .	53	47	50	36	$61\frac{1}{2}$	85	76	44
Kohlens. Kalkerde .	8	7	$6\frac{1}{2}$	5	$8\frac{1}{3}$	15	14	13
Sand, Erde ꝛc. . .	1	1	$1\frac{1}{2}$	1	—	—	—	—
Kohle	—	—	—	—	—	—	10	—

Stöckhardt legt mit Recht den Sorten No. I und IV den größten Werth (2 Thaler pro Centner) bei; die von ihm untersuchte Zuckerkohle war ziemlich arm an Stickstoff. Der Gehalt an diesem soll in andern, namentlich französischen Zuckerkohlen mitunter bis zu 10 $\frac{0}{0}$ betragen, welche dann theurer bezahlt werden als die frischen Knochenkohlen.

Zu Auffindung der feineren Unterschiede in der Zusammensetzung des Knochenmehls und anderer Düngemittel ist freilich eine förmliche, mit allen von der Wissenschaft dargebotenen Hilfsmitteln angestellte chemische Analyse nothwendip; für praktische Zwecke — zu einer ohngefähren Prüfung der vorliegenden Substanz auf ihren Düngerwerth und namentlich zu Entdeckung der leider nicht selten vorkommenden absichtlichen Verfälschungen — reicht oft schon ein weniger umständliches Verfahren aus, welches auch der Nichtchemiker auszuführen im Stande ist. Wenn sich Männer der Wissenschaft darauf einlassen, Methoden der letzteren Art ausfindig zu machen, so müssen wir dies mit um so größeren Danke anerkennen, als sie sich dadurch manchen Anfechtungen von Seiten ihrer Fachgenossen, dem Vorwurf der Strenge der Wissenschaft etwas zu vergeben u. s. w. aussetzen. Pro-

fessor Stöckhardt hat in der von ihm in Gemeinschaft mit Professor Schober herausgegebenen landwirthschaftlichen Zeitschrift, sowie in seinen chemischen Feldpredigten bereits mehre solcher abgekürzten Prüfungsmethoden mitgetheilt. In Bezug auf das Knochenmehl ist er der Ansicht, daß sich in betrügerischer Absicht zugesetzte fremdartige Körper, wie Sand, Steine ꝛc. großentheils schon durch bloßes Abwaschen des Knochenmehls werden erkennen lassen. Ein andrer häufig vorkommender Zusatz sei der von kohlensaurem Kalk; er werde entdeckt, indem man 4 Loth des zu prüfenden Knochenmehls mit $\frac{1}{2}$ Kanne starkem Essig[68]) übergießt, worauf sich der etwa beigemengte kohlensaure Kalk unter Aufbrausen auflösen wird. Gutes Knochenmehl dürfe auf diese Weise höchstens $\frac{1}{16}$ an seinem Gewicht verlieren. Durch Zusatz von etwas Schwefelsäure zu der Auflösung wird der Kalk als Gyps niedergeschlagen und so seine Gegenwart noch deutlicher nachgewiesen. Durch Austrocknen des Knochenmehls unter einer den Siedepunkt des Wassers etwas übersteigenden Temperatur erfährt man seinen Wassergehalt und durch Brennen desselben auf glühenden Kohlen den Gehalt an organischer Substanz; die vollständige Verbrennung wird aber auf diese Weise nur bei kleinen Quantitäten (etwa 1 Loth) und erst nach mehrstündigem Glühen gelingen.[69])

Außer der chemischen Zusammensetzung ist ferner die mechanische Zerkleinerung der Knochen von wesentlichem Einfluß auf ihre Wirkung; je vollständiger sie gepulvert sind, eine desto raschere ist letztere; gröbere Stücke liegen eine

---

[68]) Auf $\frac{1}{2}$ Quart würden, um dasselbe Verhältniß beizubehalten, 5 Loth Knochenmehl zu nehmen sein.

[69]) Man sehe: Landw. Zeitschrift 1849, Seite 119 und chemische Feldpredigten I, 189.

lange Reihe von Jahren unzersetzt und also nutzlos im Boden. Aber auch noch so feingemahlenes Knochenmehl wirkt langsamer, als es für den kaufmännisch rechnenden Landwirth wünschenswerth erscheinen muß. Ein äußerst erfolgreiches Mittel, diese Wirkung noch ungleich mehr zu beschleunigen, gab Liebig an die Hand, indem er rieth, die Knochen mit Schwefelsäure zu behandeln.[70]) Die Phosphorsäure verbindet sich nämlich in drei verschiedenen Verhältnissen mit der Kalkerde; unter diesen Verbindungen ist die in den Knochen vorkommende in reinem Wasser, wie gesagt, so gut wie unlöslich und enthält die größte Menge Basis d. h. Kalkerde; die hinzukommende Schwefelsäure verbindet sich mit einem Theile der letzteren zu Gyps, und die gesammte Phosphorsäure mit dem Rest zu einem Salze, welches im Verhältniß zur Basis, je nach der Menge der angewendeten Schwefelsäure, die doppelte oder dreifache Menge Säure enthält und bei weitem löslicher ist als das ursprüngliche Salz, die sogenannte Knochenerde. Die Folge davon ist, daß man mit viel kleineren Quantitäten so behandelter Knochen dieselben Resultate erzielt, wie mit den früher aufgebrachten, den Bedarf unserer Culturgewächse an Phosphorsäure bei weitem übersteigenden Mengen; der vorhandene Vorrath an Knochen gestattet jetzt eine viel ausgedehntere Anwendung und der Landwirth erhält das auf die Düngung verwendete Capital sammt Zinsen um mehre Jahre früher wiedererstattet. Dieser Vortheil scheint von den deutschen Landwirthen immer noch nicht in dem Maaße gewürdigt zu werden, als er es verdient; der Engländer dagegen sucht mit richtigem Takt Alles hervor,

---

[70]) Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur 2c. Seite 241.

was, wie schnell wirkende Düngemittel, sich schnell entwickelnde Vieh-Racen u. s. w. die Wiedererstattung des Capitales zu beschleunigen beiträgt. Auf diesem Wege ist es dem Letzteren gelungen, bei allen in neuerer Zeit eingeführten Verbesserungen das in der Landwirthschaft angelegte Capital sogar noch zu vermindern. Zu einem möglich intensivesten Betriebe — zu dem sogenannten high Farming der Engländer — hielt man früher 10 Pfund Sterling auf den englichen Acker (etwa 43 Thlr. auf den Morgen) für nothwendig, dagegen erklärte Pusey, einer der Directoren der königlichen Landwirthschafts-Gesellschaft von England, kürzlich [71]), daß er keine Vortheil versprechende Ausgabe scheue, sein Capital aber doch nicht höher als auf 6 Pfd. St. pro Acre (d. i. gegen 25 Thlr. pro Morgen) bringe. Derselbe Pusey bezeichnet [72]) geradezu die Behandlung der Knochen mit Schwefelfelsäure und die von Robert Kane empfohlene Benutzung des Röstwassers zur Düngung als die einzigen durch die Praxis des Ackerbaues bewährten Vorschläge, welche von der Wissenschaft ausgegangen seien. Es ist, nebenbei gesagt, eine jedenfalls übel angebrachte Empfindlichkeit Liebig's über die ungünstige Beurtheilung seiner Theorie und seines Patentdüngers, wenn er bei Gelegenheit einer in Wöhler's Annalen abgedruckten Entgegnung seiner eigenen Erfindung vom Standpunkte der Wissenschaft keinen größeren Werth beilegt, als „einem Recepte zur Bereitung von Stiefelwichse." Hinsichtlich des zweiten Punktes möchte ich noch darauf aufmerksam machen, daß schon Davy [73]) der düngenden Eigen-

[71]) Journal etc. XI, 2, page 431.
[72]) A. a. O. Seite 392.
[73]) Elements etc. page 245.

schaften des Wassers gedenkt, in welchem Flachs oder Hanf geröstet worden ist.

Der von Liebig angeregte Gegenstand wurde von den englischen Landwirthen sofort mit großem Eifer aufgegriffen, und es finden sich in dem mehr angezogenen Journal [74]) eine große Anzahl von hierauf bezüglichen Mittheilungen, welche beweisen, daß die angestellten Versuche sämmtlich zu Gunsten des neuen Verfahrens ausgefallen sind. Die ausführlichste Beschreibung des bei der Bereitung und Anwendung der angesäuerten Knochen zu beobachtenden praktischen Verfahrens aber ist in der Preisschrift von Spooner [75]) enthalten. Der Verfasser sucht in Uebereinstimmung mit der weiter oben von uns ausgesprochenen Ansicht den Nutzen der Knochendüngung sowohl in ihren organischen als unorganischen Bestandtheilen, jedoch vorwaltend in den letzteren, während mehre deutsche Agriculturchemiker — Stöckhardt, Wolff, besonders der Letztere — das größere Gewicht auf den stickstoffhaltigen Knorpel legen. Auch Spooner giebt den frischen Knochen den Vorzug vor den gebrannten oder solchen, welche schon lange den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesen sind. Man hat mitunter geglaubt, bei der Anwendung von Schwefelsäure eine förmliche Pulverung der Knochen ersparen und sich mit einer gröblichen Zerkleinerung begnügen zu können, so daß die Bruchstücke noch einen Durchmesser von einem halben Zoll behalten; Sp. bestreitet dieß entschieden und empfiehlt dringend auch hier das Knochenmehl im möglich feinsten Zustande anzuwenden, weil nur dann eine vollständige Einwirkung der Säure stattfinde.

---

[74]) Royal agric. Journal V, 443 — 466, 594, 605; VI, 49, 71, 244, 324, 581; VIII, 58, 417.

[75]) A. a. O. VII, 143.

Da der Herr Verfasser dieses Werkes über dessen Zweck und Bedürfniß in der Einleitung sich ausgesprochen hat, so erlauben wir uns, dieserhalb auf sie zu verweisen, und heben hier nur hervor, daß das Werk die wichtigeren Erfahrungen, die wirklichen Fortschritte auf dem Gebiete der Landwirthschaft in den letzten 10 Jahren in übersichtlicher Weise, aber doch mit allen für die Praxis nothwendigen Einzelnheiten zur Kenntniß des ausübenden Landwirthes bringen soll.

Es kann nicht in Zweifel gezogen werden, daß ein derartiges Werk jedem Landwirthe Bedürfniß ist, sowohl solchen, welche die landwirthschaftliche Tagesliteratur fortwährend im Auge gehabt haben, als denen, welche Neuerungen nicht früher beachten mögen, als bis über deren Werth die Erfahrung entschieden hat. Namentlich für die Letzteren wird es von größtem Nutzen sein, da der bei ihnen doch sicherlich vorhandene Wunsch, sich mit allen wirklichen Fortschritten in der Landwirthschaft während der letzten 10 Jahre auf eine leichte Weise bekannt zu machen, volle Befriedigung finden wird.

Das Werk erscheint in schnell auf einander folgenden Lieferungen von 8 Bogen zu dem sehr niedrigen Preise von 1¼ Sgr. für den Bogen; nur diejenigen, in welchen sich viele Holzschnitte befinden, behalten wir uns vor, um ein Geringes höher zu berechnen. Der Umfang des Werkes wird circa 50 Bogen, der Preis also etwa 2½ Thaler sein.

Wiegandt und Grieben.

Segnitz, Edmund

Das Buch der Fortschritte auf dem gesammten Gebiete der Landwirthschaft wä
hrend der letzten 10 Jahre in Verbindung mit anderen Männer vom Fach

Bd.: 1

Berlin (1852)